



Universidad
Carlos III de Madrid

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TELEMÁTICA

PROYECTO FIN DE CARRERA

CONTROL DE INVENTARIO UTILIZANDO REDES DE SENSORES

Autor: Jenny Conde Yancha

Tutores: María Calderón Pastor

Leganés, Octubre 2015

Título: Control de inventario por radiofrecuencia

Autor: Jenny Conde Yancha

Tutor: María Calderón Pastor

EL TRIBUNAL

Presidente:

Vocal:

Secretario:

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día ____ de _____
de 2015 en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de
Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE

A mis padres, por todo su apoyo.
A Antonio y Lucía, por darme ilusión y alegrías.
A María, por sus palabras de ánimo para poder finalizar el trabajo.

Gracias a todos

RESUMEN

Automatizar con fiabilidad la tan necesaria introducción de datos en los sistemas, en tiempo real y sin dedicar recursos humanos, es lo que actualmente se busca.

Una de las tecnologías que van ganando terreno es RFID, identificación por radiofrecuencia que junto con otros elementos, forman sistemas que se van acoplando a los tiempos actuales y van resolviendo el tema de obtener datos en tiempo real.

La tecnología RFID aporta fiabilidad en los procesos, control y obtención de datos en tiempo real y en cualquier lugar con todos los beneficios que se pueden extraer de ello.

La tecnología WIFI aporta compatibilidad e integración con TCP/IP para el envío de datos con tasas de transmisión de hasta 300 Mbps entre dispositivos vecinos con un alcance típico de 50 metros.

El presente proyecto tiene como objetivo aplicar estas dos tecnologías y diseñar un sistema que revalorice estas dos tecnologías.

La solución técnica se abordará comenzando por analizar las características y limitaciones de las tecnologías a aplicar, a continuación se describirá la solución técnica para el sistema completo explicando la arquitectura empleada, así mismo se detalla el diseño de los módulos por separado para luego concluir con su integración total en el sistema. Por último se detallará el equipamiento físico utilizado y se incluirá una planificación de las fases para llevar a cabo la implantación del sistema de Control de inventario y el presupuesto económico de toda la solución propuesta.

Palabras Clave: IoT, RFID, WiFi

ABSTRACT

Automate with reliability the needed data entry systems, in real time and without human resources, it is what is being currently looking for

One of the technologies that is gaining ground is RFID, radio frequency identification along with other elements make up systems that are coupled to modern times and solve the issue to obtain real time data.

RFID technology provides reliability to process, control and data collection in real time and anywhere, with all the benefits that can be drawn from it.

WIFI technology provides compatibility and integration with TCP/IP for sending data with transmission rates up to 300 Mbs between nearby devices with a typical range of 50 meters.

This project aims to apply these two technologies and design a system that revalue them.

The technical solution will be addressed beginning with analyzing the characteristics and limitations of the technologies to be applied, the technical solution for the entire system will be described below, explaining the used architecture, likewise the modules design is detailed separately and then concluding with total system integration. Finally the hardware used will be detailed and a phases planning will be included to carry out inventory control system implementation and the financial budget of the entire proposed solution.

Palabras Clave: IoT, RFID, WiFi

INDICE

RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
CAPITULO 1	13
1.1 INTRODUCCIÓN	13
1.1.1 Contexto y motivación	13
1.1.2 Objetivo	13
1.1.3 Fases del desarrollo	14
1.1.4 Estructura del documento	14
CAPITULO 2	16
2.1 ESTADO DEL ARTE	16
2.1.1 Internet de la cosas	16
2.1.1.1 Capa de detección	17
2.1.1.2 Capa de transporte.....	17
2.1.1.3 Capa de operación y gestión	18
2.1.1.4 Capa de aplicación.....	18
2.1.2 Tecnologías inalámbricas	18
2.1.3 Tecnología RFID.....	20
2.1.3.1 Estándares ISO.....	20
2.1.3.2 Estándares GS1	22
2.1.3.3 Red EPCGlobal.....	25
2.1.3.4 EPC/RFID	26
2.1.4 Elementos de un sistema RFID	28
2.1.4.1 Tags.....	28
2.1.4.2 Lectores RFID	33
2.1.4.3 Middleware	35
2.1.5 Ventajas de un sistema RFID	36
2.1.6 Tecnología WiFi.....	37
2.1.6.1 Arquitectura 802.11	37
2.1.6.2 Topología WiFi	39
CAPITULO 3	40
3.1 CASO DE ESTUDIO	40
3.1.1 Consideraciones de un sistema RFID.....	40
3.1.2 Requisitos funcionales sistema.....	41
3.1.2.1 Middleware RFID.....	41

3.1.3	Modelado de casos de uso	42
3.1.3.1	Identificación de Actores	42
3.1.3.2	Casos de usos del sistema.....	42
3.1.4	Diseño de interfaz de usuario	52
3.1.4.1	Interfaz de inicio de sesión	52
3.1.4.2	Interfaz registrarse	52
3.1.4.3	Interfaz Menú principal	53
3.1.4.4	Interfaz movimientos inventario RFID.....	53
3.1.4.5	Interfaz mostrar inventario.....	55
3.1.5	Modelo de datos	55
3.1.5.1	Identificación de tablas.....	57
CAPITULO 4	61
4.1	SOLUCION TECNICA	61
4.1.1	Arquitectura del sistema	61
4.1.2	Implementación del sistema	62
4.1.2.1	Hardware	62
4.1.2.2	Implementación del bloque RFID	74
4.1.2.3	Código Waspnote.....	75
4.1.2.4	Implementación bloque Middleware	78
4.1.2.5	Bloque base de datos.....	79
4.1.2.6	Integración de bloques	81
4.1.2.7	Lector RFID.....	81
4.1.2.8	Comunicaciones.....	82
4.1.3	Funcionamiento de la aplicación.....	83
4.1.3.1	Procedimiento inicio de sesión	83
4.1.3.2	Procedimiento registrarse.....	83
4.1.3.3	Procedimiento ingreso aplicación	83
4.1.3.4	Procedimiento alta producto.....	83
4.1.3.5	Procedimiento baja producto.....	84
4.1.3.6	Procedimiento consultar producto	84
CAPITULO 5	85
5.1	EVALUACION DE LA SOLUCION.....	85
5.1.1	Casos de pruebas por Caso de uso.....	85
5.1.1.1	CU-001: Lectura normal de tag	86
5.1.1.2	CU-002: Envío normal de tag	87
5.1.1.3	CU-003: Inicio normal de sesión de usuario	89

5.1.1.4	CU-003: Inicio fallido de sesión de usuario.....	90
5.1.1.5	CU-004: Registro normal de usuario	91
5.1.1.6	CU-004: Registro fallido de usuario.....	92
5.1.1.7	CU-005: Creación automática de un par	93
5.1.1.8	CU-006: Registro normal de un producto	94
5.1.1.9	CU-007: Actualización automática de inventario	96
5.1.1.10	CU-008: Mostrar inventario por categorías	97
5.1.1.11	CU-008: Mostrar productos por categoría.....	98
CAPITULO 6	99
6.1	CONCLUSIONES.....	99
7.	GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS	101
8.	REFERENCIAS.....	103
9.	ANEXOS	105
9.1	Anexo I: presupuesto económico.....	105
9.1.1	Materiales	105
9.1.2	Personal	106
9.1.3	Coste del proyecto.....	107
9.2	Anexo II: planificación.....	108

Índice de figuras

Figura 1. Capas de IoT [1].....	16
Figura 2. Gateways en IoT [2]	18
Figura 3. Redes inalámbricas [3].....	19
Figura 4. Estándar GS1: Sincronización global de datos[7]	22
Figura 5. Sistema GS1[7]	23
Figura 6. Sistema GS1: BarCodes [5].....	23
Figura 7. Sistema GS1: eCom [5].....	23
Figura 8. Sistema GS1: GDSN [5]	24
Figura 9. Sistema GS1: EPCGlobal [5]	24
Figura 10. Capas Arquitectura EPCGlobal[8]	25
Figura 11. Sistema EPC/RFID [7].....	26
Figura 12. Arquitectura EPCGlobal [8].....	27
Figura 13. Sistemas de Información EPC con origen RFID [7]	27
Figura 14. Elementos de un sistema RFID	28
Figura 15. Tarjetas Mifare	31
Figura 16. Memoria Mifare	31
Figura 17. Bloque NUID [10]	32
Figura 18. Sección Trailer [10].....	32
Figura 19. Bits de acceso [10]	33
Figura 20. Lectores RFID	34
Figura 21. Lectores RFID fijos	34
Figura 22. Lectores RFID portátiles	35
Figura 23. Lectores RFID USB-desktop	35
Figura 24. Lectores RFID carretilla	35
Figura 25. Red Ad-hoc	37
Figura 26. Red ESSID.....	38
Figura 27. Middleware RFID[9].....	41
Figura 28. Middleware RFID.....	43
Figura 29. Interfaz inicio de sesión	52
Figura 30. Interfaz Registrarse	52
Figura 31. Interfaz Inicio	53
Figura 32. Interfaz Inicio	53
Figura 33. Interfaz Alta de productos RFID.....	54
Figura 34. Interfaz Baja de productos RFID.....	54
Figura 35. Interfaz Consulta de productos RFID.....	55

<i>Figura 36. Interfaz Baja de productos RFID.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 37. Arquitectura del sistema[11]</i>	<i>62</i>
<i>Figura 38. Libelium Waspote v1.2 vista frontal</i>	<i>63</i>
<i>Figura 39. Libelium Waspote v1.2 vista posterior</i>	<i>63</i>
<i>Figura 40. Puertos Waspote v1.2</i>	<i>64</i>
<i>Figura 41. Diagrama de transmisión de señales.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 42. Estructura de código.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 43. Interrupciones.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 44. Estado sleep.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 45. Estado deepsleep.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 46. Estado hibernate</i>	<i>70</i>
<i>Figura 47. Módulo WiFi</i>	<i>71</i>
<i>Figura 48. Módulo RFID/NFC 13.56 MHz.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 49. Libelium Waspote v1.2</i>	<i>73</i>
<i>Figura 50. Tarjeta de expansión.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 51. Diagrama de código Waspote.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 52. Jerarquía de clases</i>	<i>78</i>
<i>Figura 53. LectorRFID Waspote</i>	<i>81</i>
<i>Figura 54. Comunicaciones sistema.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 55. Caso de prueba: Lectura normal de tags.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 56. Caso de prueba: Envío normal tags</i>	<i>88</i>
<i>Figura 57. Caso de prueba: Inicio normal de sesión.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 58. Caso de prueba: Inicio fallido de sesión</i>	<i>90</i>
<i>Figura 59. Caso de prueba: Registro normal de usuario.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 60. Caso de prueba: Registro normal de usuario.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 61. Caso de prueba: Registro normal de un producto</i>	<i>95</i>
<i>Figura 62. Caso de prueba: Mostrar inventario por categorías</i>	<i>97</i>
<i>Figura 63: Mostrar productos por categorías.....</i>	<i>98</i>

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Estándares ISO para RFID[4]</i>	21
<i>Tabla 2. Estándar ISO 18000 RFID[4]</i>	22
<i>Tabla 3. Clasificación 1 Tags RFID [9]</i>	28
<i>Tabla 4. Clasificación 2 Tags RFID [9]</i>	29
<i>Tabla 5. Clasificación 4 Tags RFID [9]</i>	29
<i>Tabla 6. Clasificación etiquetas EPC</i>	30
<i>Tabla 7. Alcance y rendimiento WIFI</i>	38
<i>Tabla 8. Caso de uso:CU-001-Leer tags</i>	44
<i>Tabla 9. Caso de uso: CU-002-Enviar lecturas al sistema</i>	45
<i>Tabla 10. Caso de uso: CU-003-Inicio de sesión</i>	46
<i>Tabla 11. Caso de uso: CU-004-Registro en el sistema</i>	47
<i>Tabla 12. Caso de uso: CU-005-Generar par</i>	48
<i>Tabla 13. Caso de uso: CU-006-Crear Nuevo Registro de producto RFID</i>	49
<i>Tabla 14. Caso de uso: CU-007-Actualizar inventario</i>	50
<i>Tabla 15. Caso de uso: CU-008-Consultar inventario</i>	51
<i>Tabla 16. Definición tabla USUARIO</i>	57
<i>Tabla 17. Definición tabla TAGS</i>	57
<i>Tabla 18. Definición tabla ESTADOS</i>	58
<i>Tabla 19. Definición tabla PAR_ENTRADA</i>	58
<i>Tabla 20. Definición tabla MOVIMIENTOS</i>	59
<i>Tabla 21. Definición tabla PRODUCTOS</i>	59
<i>Tabla 22. Definición tabla CATEGORIAS</i>	59
<i>Tabla 23. Definición tabla ORIGEN</i>	60
<i>Tabla 24. Definición tabla TALLA</i>	60
<i>Tabla 25. Definición tabla COLOR</i>	60
<i>Tabla 26. Definición tabla PROVEEDORES</i>	60
<i>Tabla 27. Caso de prueba: Lectura normal de tags</i>	86
<i>Tabla 28. Caso de prueba: Envío normal de tags</i>	87
<i>Tabla 29. Caso de prueba: Inicio normal de sesión de usuario</i>	89
<i>Tabla 30. Caso de prueba: Inicio fallido de sesión de usuario</i>	90
<i>Tabla 31. Caso de prueba: Registro normal de nuevo usuario</i>	91
<i>Tabla 32. Caso de prueba: Registro fallido de nuevo usuario</i>	92
<i>Tabla 33. Caso de prueba: Creación automática de un par</i>	93
<i>Tabla 34. Caso de prueba: Registro normal de un producto</i>	94
<i>Tabla 35. Caso de prueba: Actualización automática de inventario</i>	96

<i>Tabla 36. Caso de prueba: Mostrar inventario por categorías.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 37. Caso de prueba: Mostrar productos por categorías</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 38. Presupuesto económico: Costes equipamiento</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 39. Presupuesto económico: Costes personal.....</i>	<i>107</i>

CAPITULO 1

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente PFC consiste en el desarrollo de un sistema, que permita leer y suministrar datos a un inventario en tiempo real, utilizando la tecnología RFID (Identificación por Radiofrecuencia).

Se plantea como aplicación bajo este concepto, la Estantería Inteligente, donde ésta realizará lecturas de Tags (etiquetas adheridas a productos de un inventario) en la frecuencia de 13,56 MHz (HF), identificando así de manera automática de objetos en tiendas para el control de stock en tiempo real.

El sistema va dirigido a pequeños comercios, donde el control de inventario es necesario realizarlo con regularidad. Los gestores de inventario dispondrán de permisos suficientes para realizar operaciones con el sistema.

1.1.1 Contexto y motivación

Por qué RFID?

Las principales características de RFID son:

- *Fiabilidad de las lecturas*, la precisión del inventario entre los clientes de sistemas RFID es de aproximadamente 99%.
- *Ubicación*, lecturas sin línea de visión directa a mayores distancias y lectura simultánea de múltiples etiquetas
- *Costes de integración*, actualmente los integradores de sistemas RFID ofrecen el paquete completo, que incluye un sistema de inventario basado en la nube que es asequible para comercios medianos y pequeños.
- *Permite la gestión en tiempo real*, las pérdidas de desabastecimiento, son solucionadas con inventarios que gestionen en tiempo real el stock de los productos.

1.1.2 Objetivo

El objetivo del proyecto es desarrollar un software para el control de inventario por Radiofrecuencia, esto involucra la programación del lector RFID como base de entrada de datos al sistema y el desarrollo de una aplicación web donde se mostrará la información en tiempo real.

1.1.3 Fases del desarrollo

A continuación se enumeran las fases del proyecto:

Fase Preparación

- Búsqueda de información sobre tecnología RFID.

Fase Inicio

- Estudio de viabilidad
- Especificación de requisitos.

Fase Elaboración

- Diseño de objetos
- Diseño de interfaz del usuario
- Diseño de la base de datos
- Revisión del diseño y evaluación.

Fase Construcción

- Implementación del bloque sistema RFID.
- Implementación del bloque Middleware.
- Integración de los bloques.

Fase Pruebas

- Pruebas de ejecución
- Resultados de las pruebas y evaluación.

Conclusiones

- Evaluación y difusión de resultados.

Documentación

- Estudio económico
- Elaboración memoria

1.1.4 Estructura del documento

El documento se estructura en los siguientes apartados:

- **Estado del Arte:** En este capítulo se resume los fundamentos teóricos más importantes de los que se hace uso en el desarrollo del presente proyecto. Se incluyen los siguientes apartados:
 - Internet de las cosas IoT
 - Tecnología RFID
 - Tecnología WiFi

- **Caso de Estudio:** En este apartado se plantean las funcionalidades del sistema, haciendo uso de herramientas de desarrollo de software, especificando los módulos a desarrollar sin dejar de lado el diseño de interfaces para que el usuario opere la aplicación.

Los subapartados que lo componen son:

- Diseño de objetos
 - Diseño interfaz de usuario
 - Diseño de base de datos
- **Solución Técnica:** Se trata del apartado principal del documento, se inicia describiendo las funcionalidades técnicas del equipamiento hardware, a continuación se describe el comportamiento de los módulos. Cada módulo tiene su programación, así del módulo RFID se resumen los puntos importantes a tener en cuenta para su funcionamiento, se continuará con las especificaciones del diseño y desarrollo de la página web, detallando las capas necesarias para su funcionamiento y finalmente la integración total del sistema cuyo resultado es la aplicación web recogiendo datos en tiempo real.

Los subapartados que lo componen:

- Implementación del bloque RFID
 - Implementación del bloque Middleware
 - Integración de bloques
- **Evaluación de la solución:** Se especifican las pruebas realizadas sobre el sistema, describiendo el escenario y lo que se espera que realice el sistema, validando así las funcionalidades implementadas.
- **Conclusiones:** Se resumen las conclusiones más importantes del proyecto.
- **Referencias:** Se exponen las referencias utilizadas en la elaboración del proyecto.

CAPITULO 2

2.1 ESTADO DEL ARTE

2.1.1 Internet de la cosas

En la actualidad que los dispositivos estén conectados a Internet no sorprende, el objetivo es la operación remota. Para que se puedan considerar “conectados”, los dispositivos deben poder comunicarse entre sí (Device to Device – D2D). Luego, los datos capturados por el dispositivo deben ser recogidos y enviados a la infraestructura IT, compuesta principalmente por servidores (Device to Server – D2S). Esa infraestructura puede que compartir los datos del dispositivo entre los servidores que la componen (Servier to Server – S2S), para posteriormente proporcionar información de regreso a los dispositivos, a los programas de análisis, o los dispositivos móviles que forman parte de la arquitectura.[1].

- IoT consta de cuatro capas:
- Capa de detección
- Capa de transporte de red
- Capa de operación y gestión
- Capa de aplicación

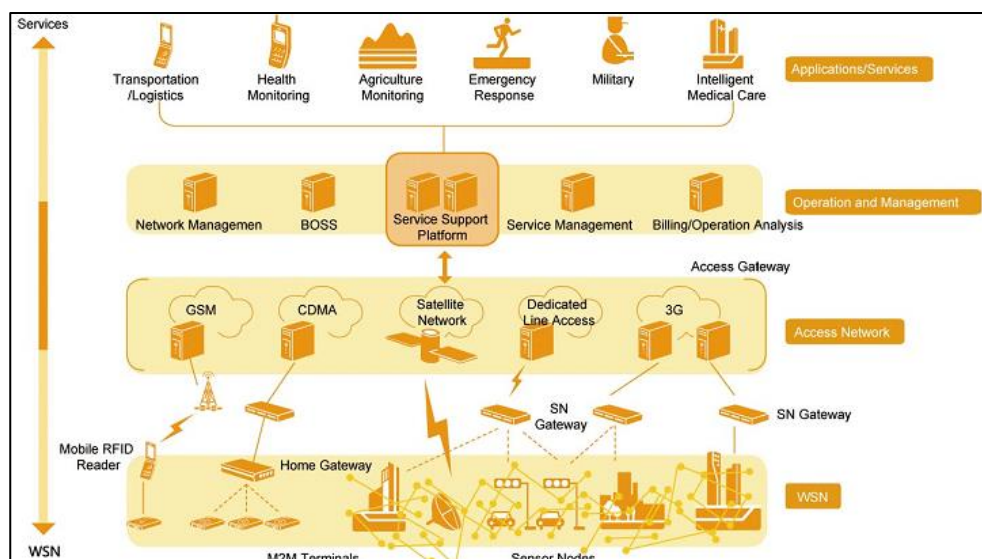


Figura 1. Capas de IoT [1]

2.1.1.1 Capa de detección

La capa de detección consiste de una red inalámbrica de sensores (Wireless Sensor Network – WSN), lectores de RFID y terminales M2M [1].

Sensores

El Sensor es el componente que genera un dato que puede hacer referencia a una variable de temperatura, movimiento, peso, presión, o datos particulares en función de la implementación de IoT.

Actuador

Este dispositivo Sensor, también en algunos casos puede generar alguna acción directa, como cortar el suministro de energía, gas, agua, o encender una luz, etc; en este caso el sensor es también un actuador.

2.1.1.2 Capa de transporte

La capa de transporte de red contiene varias subredes (GSM, CDMA, 3G y de línea fija) ofrecidas por los operadores para la transferencia de información entre la capa de detección y la capa de aplicación.

Protocolos de comunicación

- Conexiones de red local vía Ethernet
- Transmisión inalámbrica
- Protocolo 5G, serán la base de la conectividad de largo alcance del IoT.
- NFC comunicación entre objetos a corta distancia.
- Bluetooth 4.0, que tiene el apellido de LE 'Low Energy' precisamente porque está pensado para ser implementado en sistemas con baterías reducidas.
- LiFi, la transmisión de datos a través de la luz.

Además se debe disponer de un Gateway que centralice las operaciones de monitorización de todos los dispositivos conectados a su red de sensores, reduce la complejidad del sistema de monitorización, ya que solo se tiene que conectar al Gateway[2].

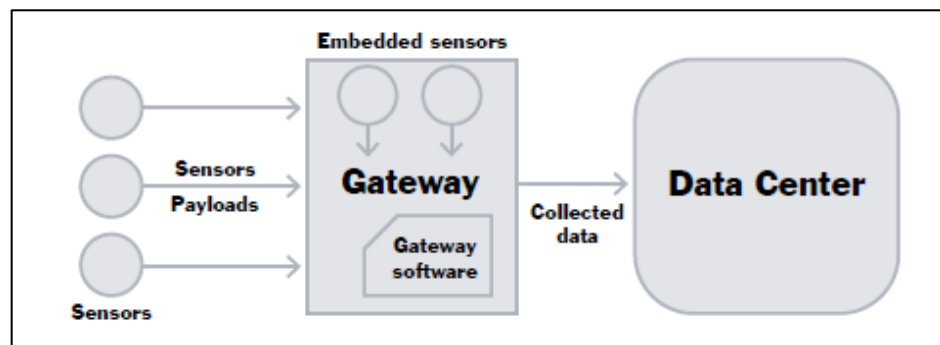


Figura 2. Gateways en IoT [2]

2.1.1.3 Capa de operación y gestión

La capa de operación y gestión incluye la plataforma de apoyo a la operación, así como el ambiente en el que reside el Sistema de Apoyo a la Operación de Negocios (Business Operation Support System – BOSS). Al hacer uso de protocolos estándar, la plataforma de apoyo a la operación puede tener acceso a las terminales y aplicaciones, proporcionando funcionalidad como autenticación, facturación, gestión de servicios y aceptación del servicio, de modo que los operadores pueden gestionar aplicaciones de IoT de manera unificada. Conformado por las aplicaciones que permiten interpretar y controlar la información recopilada de los dispositivos del IoT[1].

Enviando datos

Los protocolos de transporte más comunes para que dispositivos y aplicaciones envíen información a la plataforma son MQTT, HTTP y CoaP.

Análisis de datos

Será necesario diseñar métodos sofisticados de análisis de datos, que los recolecte, almacene, organice e integre con otras fuentes y envíe señales a otras máquinas o personas. El software es quizá el componente principal para dar inteligencia al IoT.

Almacenamiento datos

Se distingue entre información que tiene que ser procesada por la plataforma en tiempo real, y la que se puede ser almacenada.

2.1.1.4 Capa de aplicación

La capa de aplicación contiene un número de aplicaciones industriales que llaman a diferentes funcionalidades de los servicios a través de la plataforma de soporte de operaciones, con el fin de satisfacer las necesidades de servicio[1].

2.1.2 Tecnologías inalámbricas

En la actualidad, existe una creciente necesidad de comunicarse y tener acceso oportuno a la información independientemente de la ubicación y del momento.

Estos antecedentes han dado a las comunicaciones inalámbricas un estatus de liderazgo e importancia, claro ejemplo de ello son la telefonía móvil, la televisión y las redes de datos inalámbricas.

La integración de las tecnologías inalámbricas en los equipos informáticos y de comunicaciones está suponiendo una gran revolución tanto para las empresas como para particulares, convirtiéndose así en un valor diferencial y de competitividad por las ventajas que ofrece en cuanto a movilidad, reducción de costes de infraestructura, rapidez y facilidad de despliegue (escalabilidad), trazabilidad y cada vez mayores velocidades, seguridad y calidad de servicio.



Figura 3. Redes inalámbricas [3]

Por especialización podemos definir los siguientes grupos:[3]

- **WIFI**



WiFi hace referencia a la familia de estándares IEEE 802.11 definidos para redes inalámbricas de área local (WLAN).

- **WiMax**



WiMAX hace referencia al estándar IEEE 802.16 definido para comunicaciones inalámbricas de área metropolitana (WWAN).

- **RFID**



RFID es el acrónimo de Radio Frequency IDentification, tecnología inalámbrica de identificación automática considerada como el relevo generacional de los códigos de barras (ISO 15693, ISO 18000, EPC Gen 2 y otros estándares asociados).

- **WSN**



WSN es el acrónimo de Wireless Sensor Networks, y se emplea para denominar al conjunto de tecnologías inalámbricas que permiten desplegar redes malladas de sensores (MESH, IEEE 802.15.4 y otros estándares asociados).

- **Otras tecnologías emergentes**



WiGig (Wireless Gigabit) o Mobile- Fi (IEEE 802.20)

2.1.3 Tecnología RFID

La **tecnología RFID**, permite la identificación de objetos de forma inalámbrica, sin necesidad de que exista entre el lector y el objeto contacto o línea de visión directa, requisito indispensable para otras tecnologías como la lectura láser de códigos de barras. Esta identificación se realiza mediante la incorporación o fijación de un transpondedor al objeto ("tag"), el cual transmite los datos que contiene cuando detecta que está siendo interrogado por un lector RFID[4].

2.1.3.1 Estándares ISO

La organización ISO ("International Organization for Standardization") define estándares comerciales e industriales a nivel mundial. La IEC ("International Electrotechnical Comision"), por su lado, promueve la cooperación internacional para la estandarización en los campos de la electrónica y las tecnologías. Ambos organismos definen los estándares ISO/IEC. En la tabla 1 se muestran los principales estándares ISO para RFID, mientras que en la tabla 2 de presentan los documentos de la Serie 18000 para la definición del interfaz aire RFID.

Estándares ISO para RFID	
1784	Contienen la estructura del código de identificación por radiofrecuencia para animales. El estándar ISO 14223 detalla el interfaz aire entre el lector y el transpondedor RFID basado en la condición de compatibilidad según la norma ISO 11784-5
11785	
14223	
10536	Definen las características físicas, el interfaz aire y la inicialización, y los protocolos anti-colisión y de transmisión de las tarjetas de identificación electrónicas, en especial las tarjetas de proximidad. Estas tarjetas se pueden utilizar para una o múltiples aplicaciones (control de acceso, autenticación de usuarios, prepago).
14443	
15693	
10374	Especifica todos los requisitos de usuario para la identificación automática de contenedores de carga, incluyendo sistemas de identificación del contenedor, codificación de datos, criterios de rendimiento y seguridad.
15961	Estándares para las técnicas de identificación automática y adquisición de datos para gestión de objetos. Incluyen protocolo de datos, interfaz de aplicación, reglas de codificación de datos e identificación única.
15962	
15963	
Series 18000	Las normas ISO 18000 1 a 6 definen los parámetros para el interfaz aire en las frecuencias aceptadas de forma internacional: 135kHz, 13.56MHz, banda UHF, 2.45GHz y 5.8GHz. La norma ISO 18046 se centra en los métodos de prueba de rendimiento de tags y lectores, mientras que la norma 18047 se ocupa de los test de conformidad de los dispositivos. Este estándar es similar al de EPCGlobal

Tabla 1. Estándares ISO para RFID[4]

Estándar ISO - Serie 18000 para la definición del interfaz aire RFID	
18000-1	Parámetros genéricos para la interfaz aire en todas las frecuencia
18000-2	Parámetros para el interfaz aire para comunicaciones por debajo de 135KHz.
18000-3	Parámetros para el interfaz aire para comunicaciones a 13.56MHz.
18000-4	Parámetros para el interfaz aire para comunicaciones a 2.45GHz.

18000-5	Parámetros para el interfaz aire para comunicaciones a 5.8GHz
18000-6	Parámetros para el interfaz aire para comunicaciones desde 860 a 960 MHz. La ISO180006A y B especifican el interfaz aire para RFID pasivas en la banda UHF (900MHz). 18000-7 Parámetros para el interfaz aire para comunicaciones a 433MHz. La serie ISO18000 se usa en conjunción con otros estándares de capas superiores que definen el resto de funcionalidades.

Tabla 2. Estándar ISO 18000 RFID[4]

2.1.3.2 Estándares GS1

El Sistema GS1 es un conjunto de estándares que permiten la administración eficiente de las cadenas de distribución multisectoriales y mundiales mediante la identificación inequívoca de productos, unidades logísticas, activos, localizaciones y servicios. Facilita los procesos de comercio electrónico incluyendo el rastreo y seguimiento completos[5].

Los Estándares GS1 facilitan la comunicación nacional e internacional entre todos los socios comerciales que participan de la cadena de abastecimiento: fabricantes, distribuidores, minoristas, hospitales, transportistas, organizaciones aduaneras, desarrolladores de software, autoridades regulatorias locales e internacionales y mucho más[5]. En la figura 4 se muestra el flujo de datos definido en el estándar GS1.

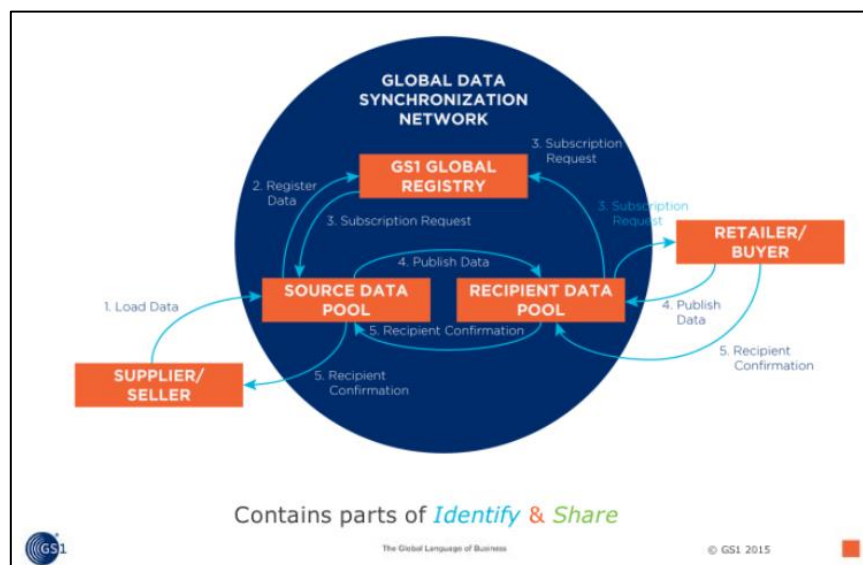


Figura 4. Estándar GS1: Sincronización global de datos[7]

Los Estándares GS1 hoy son utilizados por millones de compañías en muchísimos sectores incluyendo el cuidado de la salud, transporte, logística, aeronáutica, defensa, químicos, alta tecnología, y por supuesto aún en la cadena de abastecimiento minorista.

El Sistema GS1 (ver Figura 5) ofrece una gama completa de servicios y soluciones, todas construidas sobre la base de los estándares y claves de identificación del Sistema GS1 como son: GTIN (Número de Artículo Comercial), GLN (Número de Localización Global) SSCC (Código Seriado de Contenedor de Embarque), GRAI (Identificador Mundial de Bienes Retornables), GIAI (Identificador Mundial de Activos), GSRN (Número Mundial de Relación de Servicios), GDTI (Número Mundial de Identificación de Documentos)[5].



Figura 5. Sistema GS1[7]

El Sistema GS1 se compone de las siguientes 4 áreas:

- **Barcodes**

Conjunto de datos y aplicaciones globales que se representa mediante códigos de barras que constituyen el Sistema de Identificación GS1. Se utiliza para la identificación automática de productos, activos, localizaciones o unidades logísticas[5].



Figura 6. Sistema GS1: BarCodes [5]

- **Ecom**

Estándares globales para transacciones electrónicas que permiten el intercambio de información en formato electrónico de forma rápida y eficiente entre interlocutores comerciales. Se basa en dos componentes principales: GS1 EANCOM y GS1 XML [5].



Figura 7. Sistema GS1: eCom [5]

- **GDSN:**

La Red Global de Sincronización de Datos (GDSN™) es un entorno automatizado, global y basado en estándares que permite la sincronización continua de datos para que los interlocutores comerciales dispongan de información consistente y fiable en sus sistemas sobre datos maestros de artículos[5].



Figura 8. Sistema GS1: GDSN [5]

- **EPCglobal:**

Nuevo estándar que combina los sistemas de identificación por radiofrecuencia y el Código electrónico de producto (número que identifica al artículo de forma única) para permitir la identificación automática y seguimiento de un artículo a lo largo de toda la cadena de suministro. El resultado es una mejor eficiencia y visibilidad de la cadena de suministro[5].



Figura 9. Sistema GS1: EPCGlobal [5]

EPCglobal se caracteriza por ser una organización guiada por los propios usuarios del sistema, así como por la comunidad proveedora de tecnología con la finalidad de estandarizar y mejorar día a día todos los aspectos que puedan intervenir en la red EPCglobal. Entre estos aspectos revisados se incluyen:

- Formato de datos y codificación EPC.
- Etiquetas, lectores y protocolos de comunicación.
- Servicios de información.
- Arquitectura de la red EPCglobal.
- Seguridad.

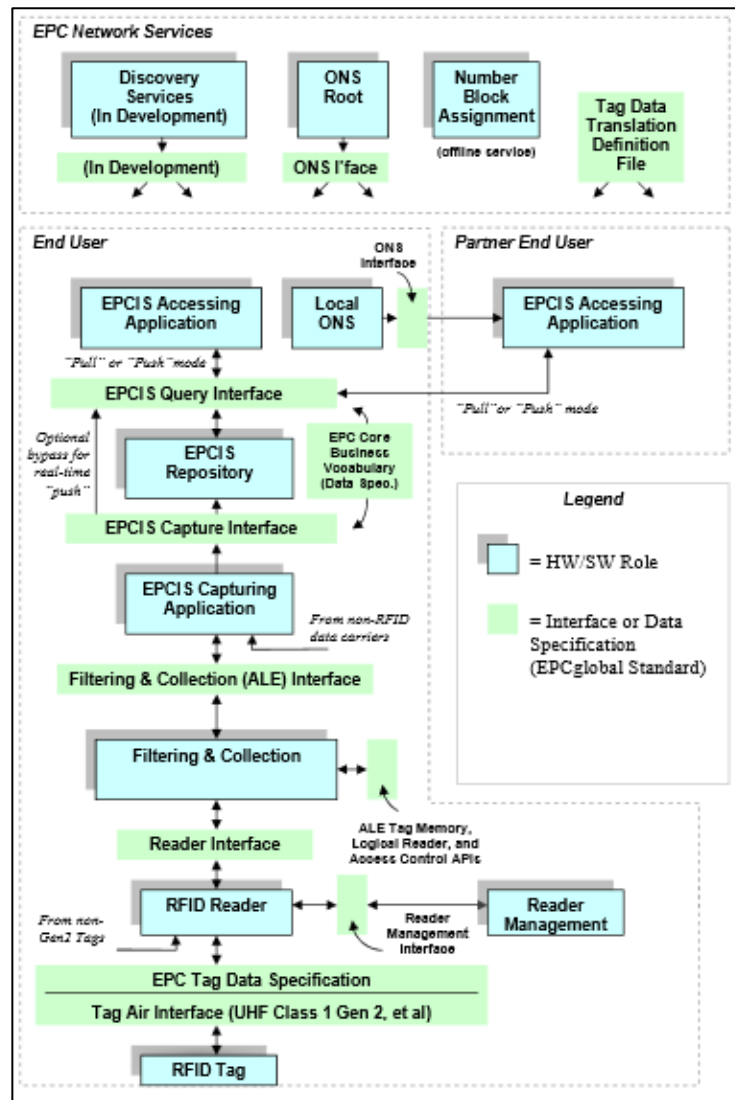


Figura 10. Capas Arquitectura EPCGlobal[8]

2.1.3.3 Red EPCGlobal

Es un sistema que posibilita el acceso a la información on-line acerca de los objetos, con el fin de permitir que los diferentes miembros de la cadena de abastecimiento accedan a dicha información de manera automática.

La Red EPCGlobal tiene varios componentes los cuales, en coordinación, proporcionan la habilidad de capturar y compartir información dentro de la red. Los objetos se etiquetan con tags de bajo coste que contienen su código de identificación (EPC). En cada agente de la red, se coloca un sistema de identificación ("ID System") formado por lectores y antenas, que recogen los códigos EPC de todos los objetos. Estos datos son gestionados, filtrados y consolidados por el Middleware EPC, el cual los entrega a los sistemas corporativos y a los Sistemas de Información EPC. Para obtener información adicional sobre un EPC, el agente autorizado, a través de sus Sistemas de Información EPC ("EPCIS"), acudirá a los Servicios de Información centralizados ("Discovery Services"), entre los que destaca el Servicio de Nombres de Objeto ("Object Naming Service").

En la figura 10 se muestra en las cajas verdes las interfaces que se rigen por las normas EPCglobal, mientras que las cajas azules, muestran las funciones desempeñadas por los componentes de hardware y software de una arquitectura típica del sistema.

Los flujos de información caminan sincronizados, RFID e Internet actúan como tecnologías habilitadoras.

2.1.3.4 EPC/RFID

Nuevo estándar que combina los sistemas de identificación por radiofrecuencia y el EPC (código electrónico de producto que identifica al artículo de forma única) para permitir la identificación automática y seguimiento de un artículo a lo largo de toda la cadena de suministro. El resultado es una mejor eficiencia y visibilidad de la cadena de suministro en tiempo real[6].

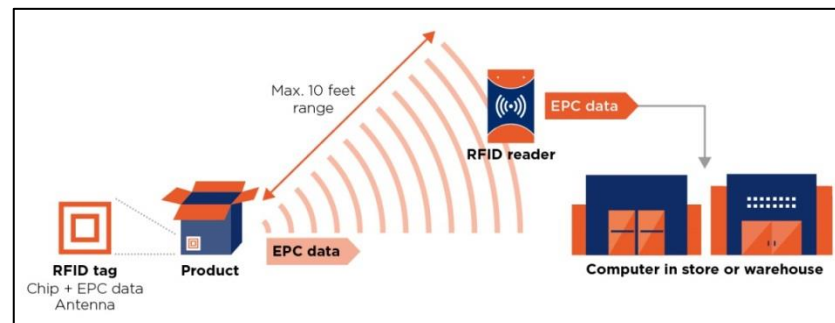


Figura 11. Sistema EPC/RFID [7]

- **EPC / RFID Normas**

Identificación

- Etiqueta de Datos Estándar (TDS)
- Traducción Etiqueta de Datos (TDT)

RFID Interfaces Aire

- Protocolo UHF Gen2 Interfaz Aire
- HF Aire Interfaz Estándar

RFID Interfaces de Software

- Protocolo Reader Low Level (LLRP)
- Descubrimiento de configuración y de inicialización (ICD)
- Gestión Reader (RM)
- Eventos de nivel de aplicaciones (ALE)

La figura 12 muestra en cajas naranjas las capas de la Arquitectura EPCglobal y junto a ellas la aplicación de las normas de **identificación** declaradas en los estándares GS1, en las cajas azules se muestran las funciones desempeñadas por los componentes de hardware y software de una arquitectura típica del sistema.

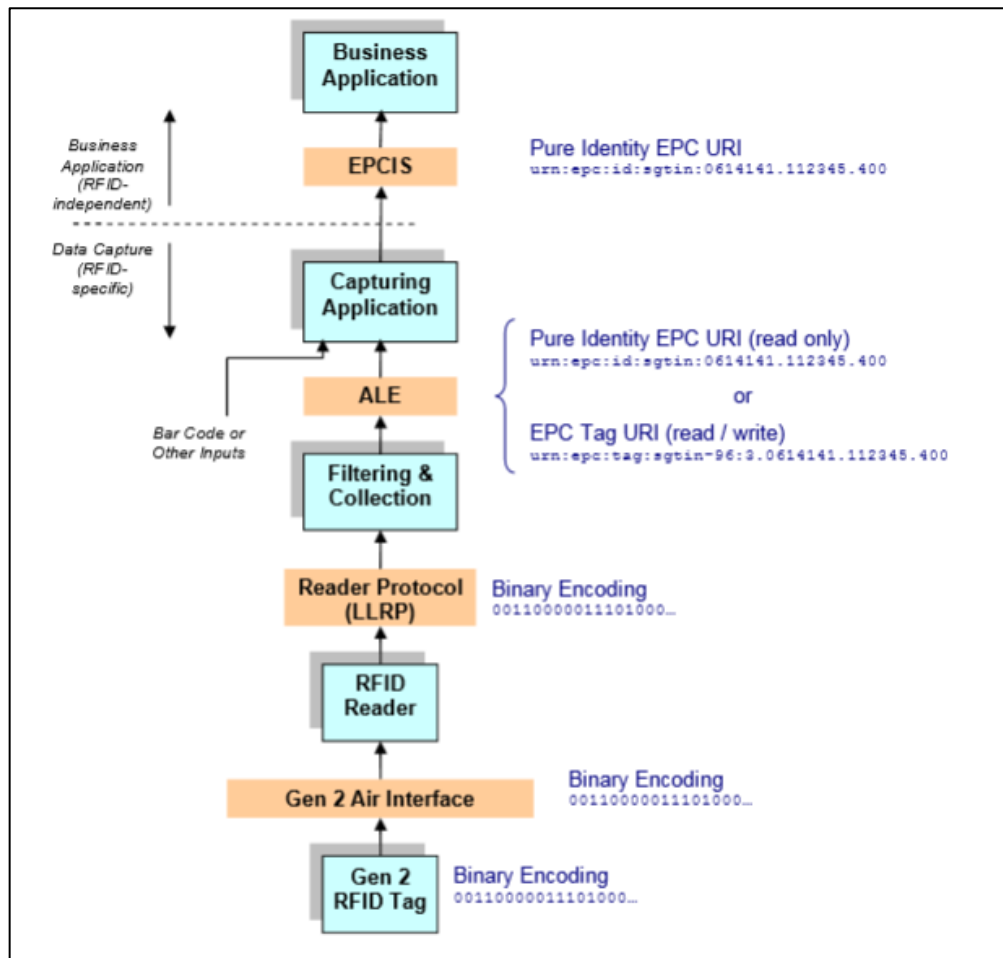


Figura 12. Arquitectura EPCGlobal [8]

En la figura 13 se muestran los EPICS, esto es, los sistemas de información de un sistema basado en RFID.

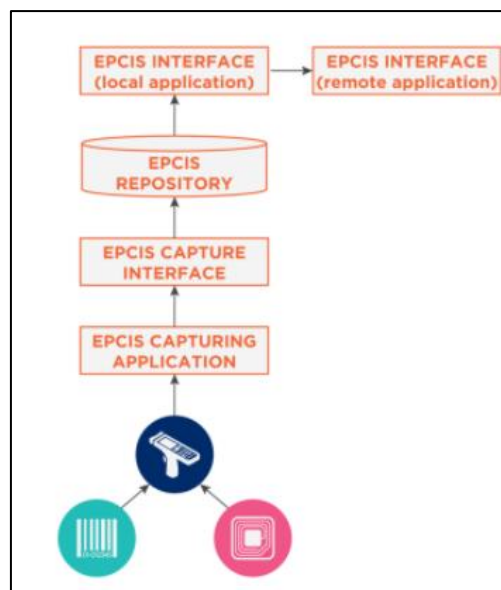


Figura 13. Sistemas de Información EPC con origen RFID [7]

2.1.4 Elementos de un sistema RFID

En la siguiente figura se muestra los elementos que intervienen en un sistema RFID:



Figura 14. Elementos de un sistema RFID

2.1.4.1 Tags

Un tag RFID, también llamado etiqueta o transpondedor (transmisor y receptor). La etiqueta se inserta o adhiere en un objeto, animal o persona, portando información sobre el mismo. En este contexto, la palabra “objeto” se utiliza en su más amplio sentido: puede ser un vehículo, una tarjeta, una llave, un paquete, un producto, una planta, etc. Consta de un microchip que almacena los datos y una pequeña antena que habilita la comunicación por radiofrecuencia con el lector[9]. Es el elemento más importante ya que inicia el proceso de identificación. Por ello la diversidad de **tags RFID** que se pueden encontrar en el mercado no tiene límite, en cuanto a materiales, diseño, tamaño, etc.

Clasificación de etiquetas o Tags

Atendiendo a las distintas características de los tags, se pueden realizar siguientes clasificaciones mostradas en las tabla 3 (de acuerdo con la forma de acceso, tabla 2 (de acuerdo a la memoria) y tabla 4 (de acuerdo a la alimentación)..

Clasificación 1 – Acceso
Sólo lectura(RO)
Escritas una vez y múltiples lecturas (WORM)
Escritura y lectura múltiples

Tabla 3. Clasificación 1 Tags RFID [9]

Clasificación 2 – Memoria
Sólo Tag ID (64/96 bits)
Tag ID (64/96 bits)+ User Memory
(0-8 Kbits, según el fabricante)

Tabla 4. Clasificación 2 Tags RFID [9]

Clasificación 4 – Alimentación	
Pasivas:	Sin alimentación propia sino que la obtienen de la señal de RF emitida por el lector, de modo que tanto su alimentación como la comunicación con el lector se realiza con la señal recibida de éste.
Semi-Pasiva	Tienen una pequeña batería que alimenta su IC pero la comunicación de respuesta hacia el lector se hace con la misma señal RF que le llega del lector. Alcanzan mayores distancias ya que la potencia que se usaba en las pasivas para alimentar el circuito se invierte aquí en aumentar el rango.
Activas	Activas: Cuenta con una batería que no sólo les permite alimentar su circuitería interna sino que también refuerza la señal que le llega del lector permitiéndole alcances mayores en la comunicación de vuelta

Tabla 5. Clasificación 4 Tags RFID [9]

- **Tags RFID Universales**

Se consideran aquellos que son comunes para una amplia variedad de aplicaciones y situaciones, no se personalizan y trabajan con frecuencias estándar UHF Gen 2. Podemos encontrar:

- Tags rectangulares
- Tags circulares
- Tags UHF Gen 2
- Tags Plásticos Flexibles

- **Tags EPC**

En la tabla 6 se muestra una clasificación de los distintos tipos de etiquetas EPC.

Clases de etiquetas EPC	
Clase 0	Sólo lectura, tags de identificación pasiva
Clase 1	Lectura y escritura a veces, etiquetas de identificación pasiva
Clase 2	Lectura y escritura con funciones adicionales como memoria o encriptación
Clase 3	Etiquetas semipasivas con capacidades de Clase 2 más fuente de alimentación.
Clase 4	Etiquetas activas, comunicación con lectores y otras etiquetas sobre frecuencias similares. Capacidades de clase 3 más comunicación activa.
Clase 5	Esencialmente lectores con capacidades de clase 4 más la posibilidad de comunicar con etiquetas pasivas

Tabla 6. Clasificación etiquetas EPC

- **Tags Mifare**

Estos tags se venden comercialmente ya sea en forma de tarjetas o de llaveros. Existen tags Mifare de 1 y 4 Kb de memoria EEPROM. El tag contiene básicamente 2 componentes electrónicos (ver imagen abajo): un microcontrolador especializado conocido como 'chip' y una antena para la transmisión-recepción de información a una frecuencia de 13.56 Mhz, que es el estándar de enlace por radio empleado en los sistemas RFID.

El microcontrolador o 'chip' contiene una memoria de lectura-escritura del tipo EEPROM, que es donde se almacena la información del tag. Todos los tags tienen un número de serie, conocido como NUID (Non Unique Identification Number) de 4 bytes que es pregrabado de fábrica. Algunos tags de fabricación más reciente cuentan con un número de serie de 7 bytes, denominado UID (Unique Identification Number)[10].



Figura 15. Tarjetas Mifare

1. Organización de la memoria EEPROM del Tag MIFARE de 1KB

Para el tag Mifare de 1 Kb, la capacidad total en la EEPROM es de 1024 bytes. Sin embargo, debido a las posiciones empleadas para códigos de seguridad, el número de posiciones útiles al usuario para almacenamiento de datos es de 768 bytes. La memoria de la EEPROM de 1 Kb está organizada en 16 sectores de 4 bloques cada uno, para un total de 64 bloques. Cada bloque a su vez está constituido por 16 bytes. La siguiente figura resume la organización de la memoria del tag:

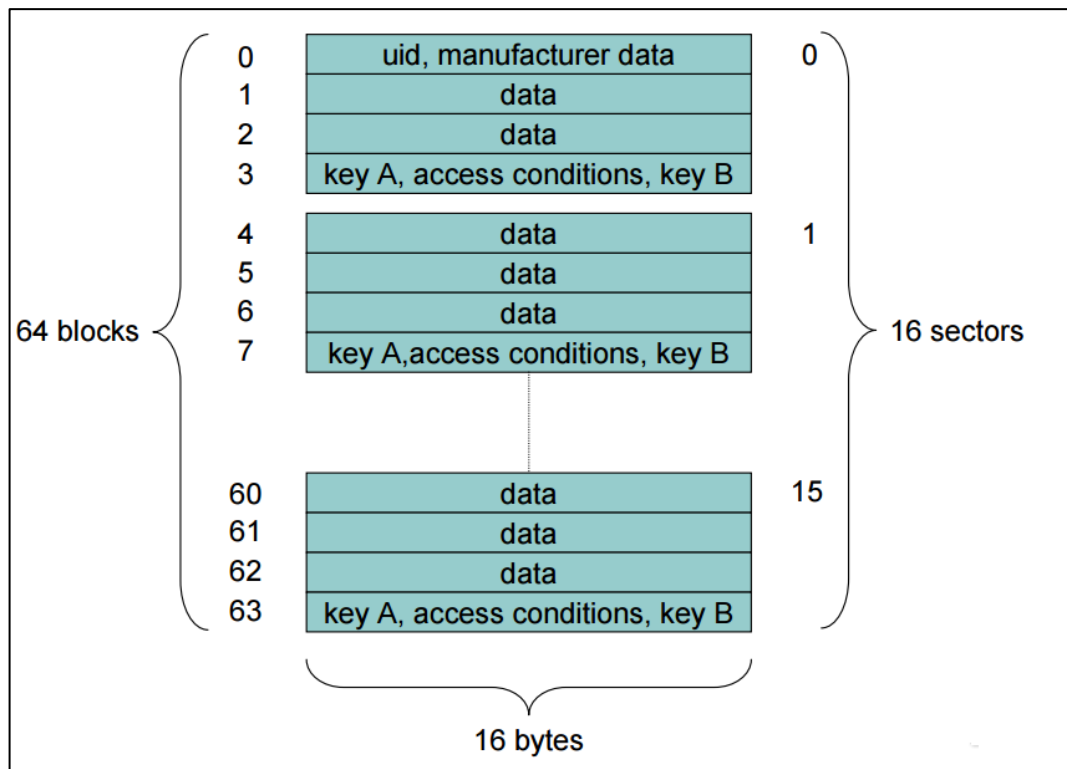


Figura 16. Memoria Mifare

2. Sector 0, bloque 0, número de serie NUID y el byte BCC:

En el sector 0, bloque 0, los primeros 4 bytes almacenan el número de serie del tag (NUID) y los datos del fabricante. Este bloque está protegido y solamente puede leerse. El byte 4 se conoce como BCC (Block Check Character) y es un valor de verificación del número de serie, calculado con la operación lógica 'OR Exclusiva' de los 4 bytes anteriores.

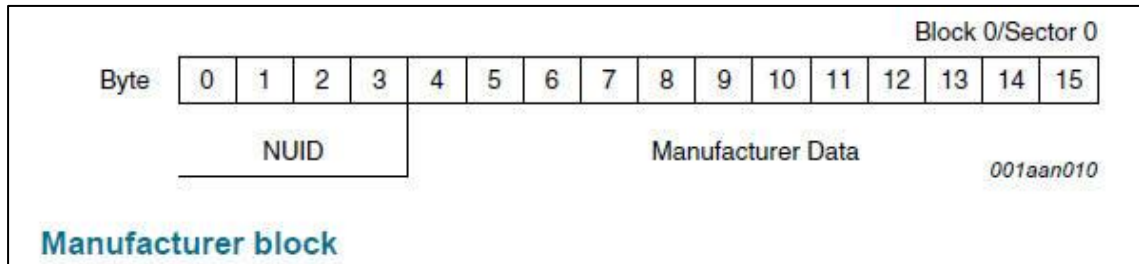


Figura 17. Bloque NUID [10]

3. Sector Trailer:

Cada sector, como se mencionó, cuenta con 4 bloques. El cuarto bloque se conoce como 'Sector Trailer' y tiene como función la configuración de permisos y códigos de acceso para la lectura/escritura de los datos de ese sector. En este bloque se incluye el almacenamiento de 2 códigos de seguridad llamados Key A y Key B, así como de 4 bytes (Access bits) para la configuración del manejo que se dará a los datos contenidos en dicho sector. La clave Key A puede escribirse, pero no leerse.

La clave Key B es opcional y puede utilizarse ó no, a conveniencia del programador del sistema. Solamente podrán leerse ó modificarse los datos de algún sector si se conoce la clave Key A y/ó Key B en su caso. Ambas claves establecen un mecanismo de seguridad para la protección e integridad de los datos en cada sector.

Al adquirir una tarjeta Mifare nueva, por default, ambas claves Key A y Key B tienen valores de 0xFFFFFFFF y los "Access bits" tienen los valores de 0xFF 0x07 0x80 0x69. Esta configuración inicial de las tarjetas Mifare se conoce como Transport configuration ó Configuración de transporte. Si no se modifica, esta configuración inicial permite la lectura-escritura de información en toda la zona disponible para almacenamiento de datos en la EEPROM.

Los 16 bloques llamados 'Sector Trailers' que son los identificados con los números 3, 7, 11, 15, 19, 23, 27, 31, 35, 39, 43, 47, 51, 55, 59 y 63, no pueden ser utilizados por el usuario para grabar información, sino solamente con los fines explicados en los párrafos de arriba, es decir, seleccionar la configuración y las opciones de seguridad de cada sector.

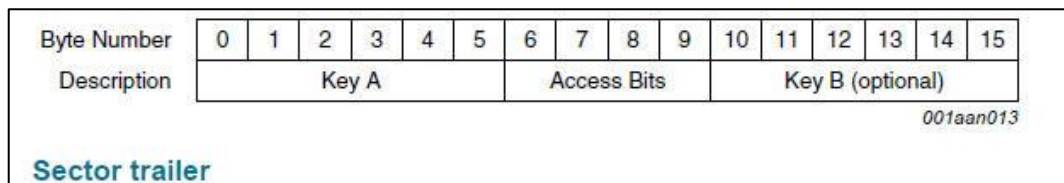


Figura 18. Sección Trailer [10]

4. Access bits:

Los llamados "Access bits" ó bits de acceso, se encuentran organizados como se muestra en la figura 19. La base la forman 3 bits, C1, C2 y C3, los cuales definen los permisos para cada uno de los 4 bloques del sector. La identificación de los bits se hace manejando subíndices, por ejemplo, para la configuración del bloque 3 se manejarían los bits C13, C23 y C33. En total, se manejan 12 bits para la configuración de los 4 bloques en cada sector. Como se observa en la figura, los 12 bits de acceso se almacenan incluyendo su complemento, para proveer un mecanismo de verificación de la integridad de estos datos[10].

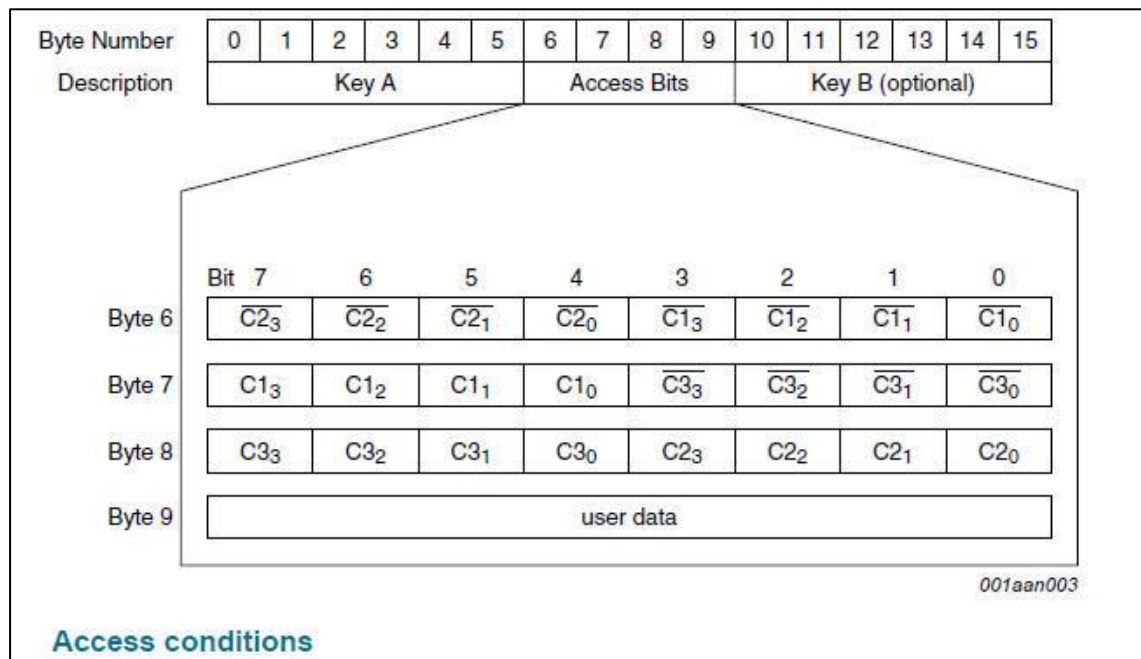


Figura 19. Bits de acceso [10]

Tendencias en Tags

Una cosa que el integrador ha observado recientemente es la creciente popularidad de las etiquetas de doble función que combinan la lectura RFID UHF y antirrobo. "Fue una de las tendencias más notables en la feria EuroShop esta primavera 2014 en Düsseldorf". Un lector RFID discreta en la entrada, y se creará una alerta si un elemento etiquetado sale de la tienda.

Las etiquetas son la parte más cara en una implementación de un sistema de RFID moderno, solución las etiquetas reutilizables su costo disminuye por cada re-escritura, lo que la hace incluso más económica que las etiquetas desechables. Sus aplicaciones comprenden la identificación y rastreo de componentes en proceso de fabricación, bienes terminados, contenedores logísticos en la cadena de suministro, etc.

2.1.4.2 Lectores RFID

Los lectores RFID son los encargados de alimentar las etiquetas y los tags, a través de las antenas, al mismo tiempo que capturan sus datos, los decodifican y los transmiten al

software correspondiente para su interpretación. En la figura 20 se muestran distintos tipos de lectores RFID.



Figura 20. Lectores RFID

No todos los fabricantes cubren todos los segmentos, los cuáles se agrupan en 4 grandes grupos:

- Lectores fijos
- Lectores portátiles o manuales
- Lectores de sobremesa USB
- Lectores de carretilla

Estos 4 grandes segmentos de **lectores RFID** cubren casi el 100% de todas las necesidades de los usuarios y dan respuesta a la captura inteligente de datos. A todos ellos excepto a los manuales, es posible utilizar un amplio abanico de antenas que multiplican las posibilidades de adaptabilidad a casi todos los sectores de mercado.

• **Lectores RFID Fijos**

Los lectores RFID fijos son los encargados de generar las ondas que emiten las antenas hacia los tags, al mismo tiempo que reciben y decodifican lo que emiten los tags y llega a través de las antenas hacia al lector.



Figura 21. Lectores RFID fijos

• **Lectores RFID Portátiles**

Los lectores RFID portátiles facilitan la captura de datos manual de forma masiva y con mayor rapidez que con código de barras. Los modelos integrados en la propia PDA son los más fiables obteniéndose el máximo rendimiento.



Figura 22. Lectores RFID portátiles

- **Lectores RFID USB o tipo desktop**

Es una gama de hardware que sirve para aplicaciones simples, sencillas, dónde no se requieren grandes prestaciones tecnológicas de las lecturas. Su utilización básica es de corto alcance o Near-Field.



Figura 23. Lectores RFID USB-desktop

- **Lectores RFID Carretilla**

Se trata de lectores RFID colocados en carretillas y que permiten capturar los datos de los productos transportados en la carretilla, que están en estanterías o en el suelo, en un muelle de carga o en cualquier punto de referencia.



Figura 24. Lectores RFID carretilla

2.1.4.3 Middleware

El RFID Middleware es la plataforma existente entre los lectores de tags y los sistemas de gestión empresariales para trabajar, gobernar y enviar los datos captados por el hardware RFID.

A diferencia del middleware clásico, el middleware RFID trabaja en un extremo de la red y mueve los datos en el mismo punto de las transacciones. Las funciones básicas del middleware RFID son la monitorización, la gestión de los datos y de los dispositivos. De hecho, extrae los datos del lector, los filtra, agrega la información y los dirige al sistema de gestión; este sistema de gestión puede ser un ERP o cualquier tipo de aplicación vertical (sistema de producción, almacén, etc.).

2.1.5 Ventajas de un sistema RFID

1. Una de las grandes ventajas que presenta esta tecnología es la posibilidad de combinar los sistemas RFID e Internet. Todos los datos que transportan las etiquetas RFID son captados por los lectores y enviados al sistema Middleware RFID que se encarga de administrar la información y transmitirla a una base de datos global que se localiza fácilmente a través de una simple conexión a la red. De esta manera, la información sobre determinado producto puede ser consultada desde cualquier parte del mundo, en cualquier momento, con la utilización de una simple computadora de escritorio que posea conexión a Internet. El sistema RFID es actualmente la manera más inmediata y precisa que puede utilizarse para identificar y localizar de forma automática cualquier tipo de producto, acelerando los tiempos disponibles de las compañías y sus sectores, a través de un mejor desenvolvimiento y rapidez en la cadena de abastecimiento.
2. Las etiquetas RFID además permiten obtener una lectura más veloz y precisa de su información, sin necesidad de que los dispositivos lectores se encuentren en una dirección de visión directa con el tag que acompaña al producto.
3. Una de las grandes ventajas de la implementación de este tipo de tecnología es que disminuye los niveles de inventario y las posibles roturas de los elementos de stock, mejora el flujo de caja, por lo que se reducen notablemente los gastos generales de las operaciones.
4. Con la tecnología RFID, el personal encargado de las reposiciones en los almacenes de la empresa logran conocer con exactitud y en tiempo real cuándo es necesario reponer un determinado artículo o materia prima, e incluso señalar cuando un producto se halla mal colocado, mejorando de esta manera la gestión integral de almacenes.
5. De esta misma forma, las etiquetas RFID permiten conocer cuándo ha sido sustraído algún producto, y ofrece la posibilidad de conocer dónde se encuentra localizado el mismo. Asimismo, si el sistema RFID se puede combinar con otras tecnologías, tales como sistemas de localización, videocámaras y otros elementos relacionados con la vigilancia, lo que la convierte en una herramienta más que útil para prevenir el robo. Por otro lado, las etiquetas RFID permiten a las empresas enfrentar la problemática de las posibles falsificaciones de productos propios, punto fundamental para industrias tales como la farmacéutica, evitando así los posibles perjuicios que pueda llegar a sufrir la marca debido a artículos falsificados.
6. Estas son algunas de las ventajas que ofrece la tecnología RFID de identificación automática, que si bien aún no se ha convertido en el sistema más popular, no es arriesgado asegurar que en un futuro cercano se convertirá en la tecnología más utilizada no sólo por las grandes empresas, sino también por las Pymes y comercios minoristas.

2.1.6 Tecnología WiFi

La tecnología Wi-Fi (Wireless Fidelity), basada en el estándar IEEE 802.11, se ha hecho muy popular en los últimos años. Se trata de una tecnología de acceso inalámbrico a redes de comunicaciones de área local, o WLAN (Wireless Local Area Networks). Sus velocidades de transmisión han permitido que WiFi se establezca como la tecnología predominante en el acceso inalámbrico de banda ancha a Internet.

Los componentes básicos de una red Wi-Fi son:

- **Estación:** Cualquier dispositivo que contenga las funcionalidades asociadas al protocolo 802.11.
- **El punto de acceso (AP):** Estación direccionable que proporciona interfaz entre el sistema de distribución y las estaciones que están repartidas en su BSS.

2.1.6.1 Arquitectura 802.11

- **BSS- Basic Service Set**
 - Independent BSS (Ad-hoc)
 - Infraestructura BSS

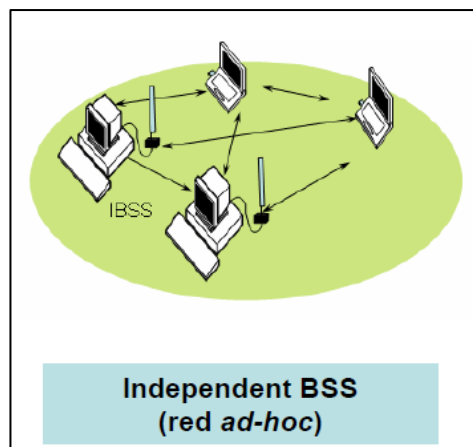


Figura 25. Red Ad-hoc

- **ESS-Extended Service Set**
 - Conjunto de diferentes BSS relacionados entre sí.
 - ESSID común.
 - Conexión de puntos de acceso mediante un sistema de distribución.
 - Gestión del roaming.

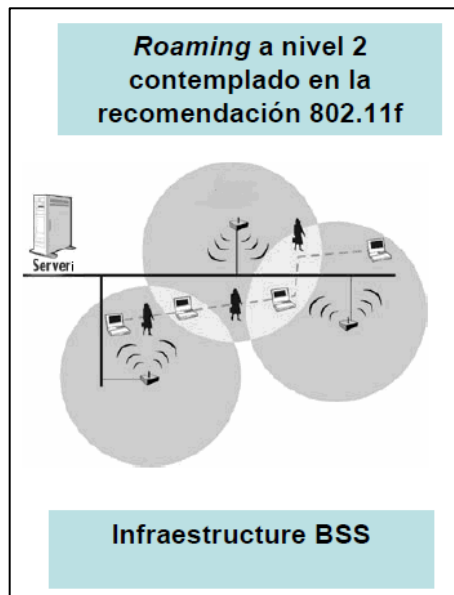


Figura 26. Red ESSID

- **Alcance y el rendimiento**

- El rendimiento decrece mucho conforme aumenta la distancia (microondas).
- Múltiples interferencias en la banda 2.4 GHz (banda saturada y pocos canales).
- Pérdida exponencial de rendimiento cuando hay más de 10 equipos asociados a un punto de acceso.
- Mayor penetración conforme menor es la frecuencia (mejor alcance en interiores de 802.11b/g sobre 802.11a).

Estandar	Banda (Ghz)	Velocidad	Alcance
802.11	2.4	1 Mbps	Interiores 20m. Exteriores 100m.
802.11 a	5	Máximo 54 Mbps	Interiores 35m. Exteriores 120m.
802.11 b	2.4	Máximo 11 Mbps	Interiores 38m. Exteriores 140m.
802.11 g	2.4	Máximo 54 Mbps	Interiores 38m. Exteriores 140m.
802.11 b	2.4	Máximo 248 Mbps	Interiores 70m. Exteriores 280m.

Tabla 7. Alcance y rendimiento WIFI

Seguridad

- **WEP**
 - Wired Equivalent Privacy
 - RC4 y CRC32
 - Múltiples vulnerabilidades conocidas
- **WPA**
 - Wi-Fi Protected Access
 - Claves dinámicas más robustas
 - Modos personal(WPA-PSK) y enterprise (WPA-RADIUS)
- **802.1x**
 - Autenticación basada en puertos
- **802.11i (WPA2)**
 - RSN (Robust Security Network)
 - AES (Rijndael)

2.1.6.2 Topología WiFi

Puntos de acceso

Los nodos sensores pueden conectarse a cualquier router WiFi estándar que se configure como punto de acceso (AP) y luego enviar los datos a otros dispositivos en la misma red, como ordenadores portátiles y teléfonos inteligentes. Este es el caso común cuando se implementa una red local de sensores que permite utilizar los datos dentro de una Intranet.

Una vez asociado con el punto de acceso, los nodos pueden solicitar una dirección IP utilizando el protocolo DHCP o utilizar una IP estática preconfigurada.

La conexión AP puede ser cifrada, en este caso, tiene que especificar también la clave para el módulo WiFi. El módulo WiFi soporta estos modos de seguridad: WEP-128, WPA2-PSK, WPA1-PSK y WPA-PSK modo mixto.

Modo AD Hoc

Las redes “Ad hoc”, no requieren un punto de acceso. En este modo de funcionamiento los dispositivos interactúan unos con otros, permitiéndose una comunicación directa entre dispositivos. En algunas ocasiones se las denomina redes “peer to peer” inalámbricas.

CAPITULO 3

3.1 CASO DE ESTUDIO

El sistema permite la detección automática e identificación de cada uno de los artículos expuestos que tengan asociado un tag RFID en tiempo real y de manera simultánea.

Si se retira un producto del estante y no se vuelve a colocar en él, el software envía esa información al software de administración de inventario. La tienda puede hacer un seguimiento de su inventario sin tener que depender de los empleados para realizar verificaciones de inventario periódicas con lectores portátiles.

En este capítulo se define el comportamiento del sistema y se realiza un diseño general, definiendo funciones, requisitos y actores que intervienen en el proceso.

3.1.1 Consideraciones de un sistema RFID

Resumen del funcionamiento de la tecnología RFID:

1. El lector transmite una señal codificada de radiofrecuencia.
2. Los tags presentes en el radio de influencia del lector son activados por la señal. Los tags responden al lector con su número de identificación.
3. El lector captura los datos de los tags y los envía al microcontrolador. El microcontrolador envía los datos al servidor el cual procesa la información.
4. Uno de los puntos a considerar para la aplicación de la tecnología RFID, es la zona de lectura que abarcará todo el sistema, por lo tanto hay que definir alcance y frecuencia a utilizar.

Concretamente para el presente proyecto operará en Alta Frecuencia (HF) a 13,56 MHz que posee una buena penetración en materiales y líquidos no conductores. Sin embargo, no funciona bien cuando existen materiales metálicos en la zona de lectura, ya que éstos producen reflexiones en la señal.

El alcance entre el tag y el lector será de entre 5cm a 3 m. de distancia, dependiendo del entorno físico. Típicamente las etiquetas que trabajan en esta frecuencia son de tipo pasivo y se utilizarán las etiquetas Mifare como **tags solamente de lectura**. La orientación de la etiqueta puede resultar otro problema según aumenta la distancia, debido a las

características vectoriales de los campos electromagnéticos. Este efecto puede contrarrestarse mediante la utilización de las antenas de transmisión más complejas.

3.1.2 Requisitos funcionales sistema

1. Establecer conexión vía WiFi con el servidor.
2. Enviar los códigos leídos al servidor para su respectiva validación.
3. Las lecturas de los tags identificadores de los productos (UID), se guardarán automáticamente en una tabla de la base de datos gracias al middleware que se va a desarrollar.
4. Identificación de los productos del inventario los leídos por el lector RFID.
5. En el programa, cuando el usuario pulse sobre el botón “Productos RFID”, Se accederá al módulo, dónde se podrá:
 - Asignar un producto nuevo a una etiqueta tag disponible.
 - Borrar productos RFID
 - Consultar los productos del inventario RFID
6. Actualizar la base de datos de los productos del inventario.
7. Reconexión automática con el servidor en caso de pérdida de conexión.

3.1.2.1 Middleware RFID

El Middleware RFID o sistema integrador es el software diseñado para proporcionar la conectividad entre el Sistema RFID y el Sistema de Información de la empresa.

El sistema RFID obtiene la información de las lecturas de los Tags RFID y el middleware RFID extrae esos datos y los procesa para convertirlos en estructura parametrizable para la generación de documentación que luego el Sistema de Gestión interpreta.

Funcionamiento

El middleware gestiona las lecturas y esta información es procesada a través del software de gestión de inventario. El traspaso de información se realiza directamente sobre la base de datos del sistema, resultando un procesamiento rápido y efectivo con reducción de errores. Las transacciones se realizan en tiempo real, quedando reflejadas en el sistema en el mismo instante en el que se realizan las acciones[9].



Figura 27. Middleware RFID[9]

3.1.3 Modelado de casos de uso

Para el desarrollo del software nos hemos apoyado en la metodología UML (Lenguaje de Modelado Unificado), ya que cuenta con una notación estándar y semánticas esenciales para el modelado del sistema, permitiendo graficar los componentes del sistema y la estructura de su funcionamiento. Se usa los Casos de uso como diagramas de modelado para el sistema.

3.1.3.1 Identificación de Actores

- **Lector RFID**

El Lector RFID interactúa con el sistema y es la fuente de datos para el inventario ya que sus lecturas representan los productos que lo conforman.

- **Administrador inventario**

El usuario Administrador de inventario, es el que usará la aplicación e interactuará con ella vía Web. Para esta interacción necesita un nombre de usuario y una contraseña. Tiene acceso a las siguientes funcionalidades desarrolladas: Inicio sesión, consultar inventario.

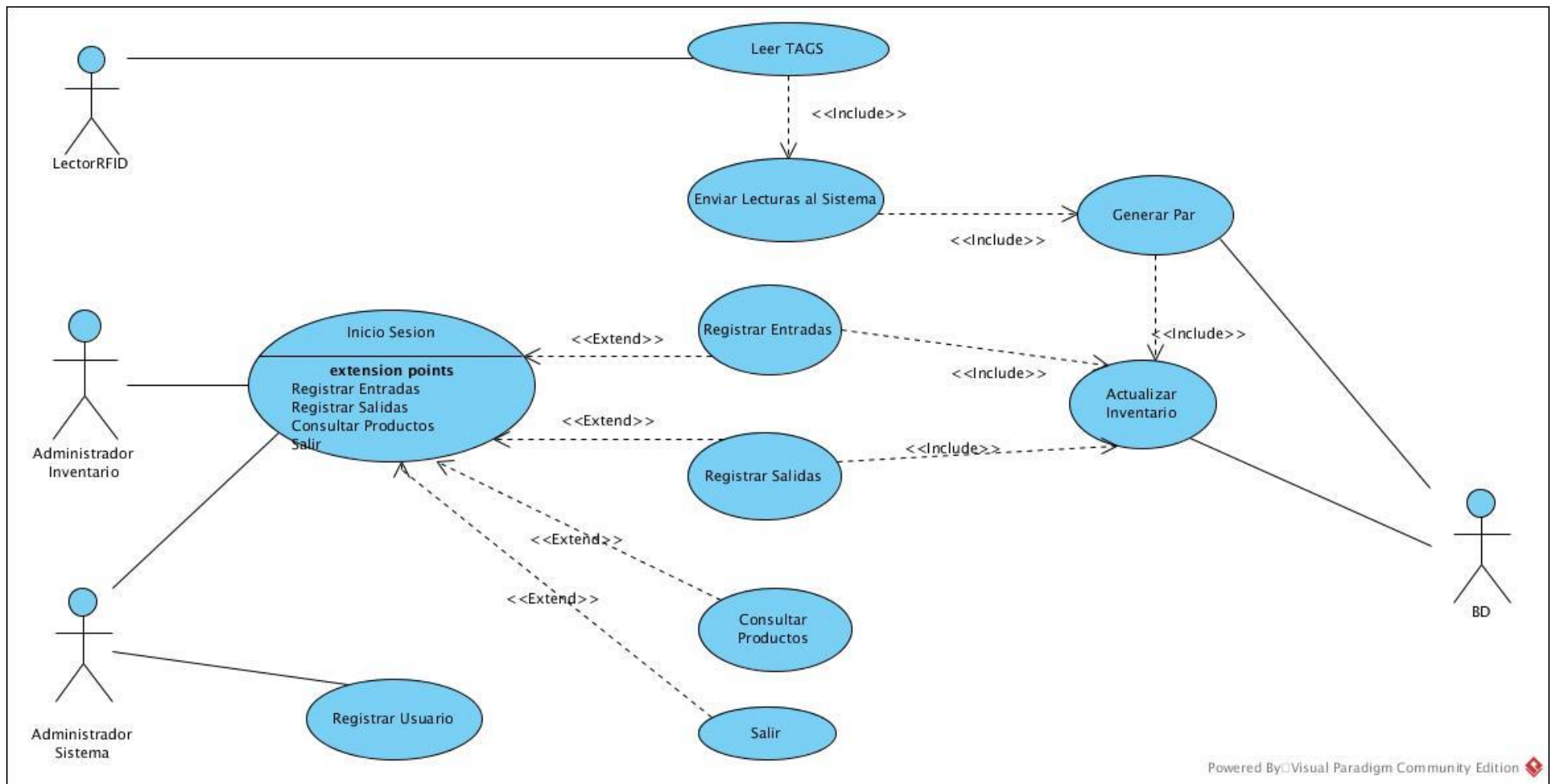
- **Administrador del Sistema**

Este usuario tiene acceso a todas las características que se presentan en el sistema, necesita un nombre de usuario y una contraseña para acceder al sistema, este usuario es el encargado de mantener el sistema y tenerlo activo todo el tiempo que será necesario.

- **Base de datos**

Es considerado un actor abstracto dentro del sistema que se encarga de ejecutar las transacciones relacionadas con el manejo de datos, solicitadas por los usuarios.

3.1.3.2 Casos de usos del sistema



1. Caso de Uso: Leer Tags

Caso de uso		
CU-001 Leer Tags		
Descripción		
Lectura de tags Mifare por parte del lector RFID		
Actores:		
Lector RFID		
Pre-condición:		
1. Lector operativo. 2. Módulo RFID operativo 3. Tags dentro de alcance. 4. Socket 1 operativo		
Post-condición:		
UID, Número de identificación de tag leído.		
ACTOR		SISTEMA
1	El módulo RFID inicia escaneo de lecturas.	
2	Por cada tag leído se genera una salida por el puerto COM	
Flujo alterno		
No muestra nada		

Tabla 8. Caso de uso:CU-001-Leer tags

2. Caso de Uso: Enviar lecturas al sistema

Caso de uso:	
CU-002 Enviar lecturas al sistema	
Descripción	
Envío del UID, número de identificación del tag a la base del datos del sistema.	
Actores:	
Lector RFID, Base de datos	
Pre-condición:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Lectura exitosa. 2. Módulo WIFI operativo 3. Conexión al punto de acceso. 4. Envío de cada lectura por el método GET, a la URL de la página web de la aplicación. 5. Conexión exitosa a la base de datos. 	
Post-condición:	
Actualización de la base de datos con el Tag insertado.	
ACTOR	
SISTEMA	
1	<p>El módulo WIFI se activa y envía por el método GET cada lectura a la URL de la aplicación</p> <p>La base de datos inserta en la tabla TAGS el tag leído. Si el tag leído corresponde a una nueva lectura además de su UID insertará en el valor de leído en el campo <i>estado</i>, así como la fecha de lectura.</p> <p>Si la lectura corresponde a un nuevo ciclo de escaneo y no se ha presentado modificaciones, el campo estado se actualizará al valor releído.</p>
Flujo alterno	

Tabla 9. Caso de uso: CU-002-Enviar lecturas al sistema

3. Caso de Uso: Inicio sesión.

Caso de uso		
CU-003 Inicio Sesión		
Descripción		
Ingreso del usuario al sistema		
Actores:		
Administrador, Administrador de inventario		
Pre-condición:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Los campos del formulario estén rellenos correctamente. 2. Conexión exitosa con la Base de datos. 3. Los usuarios autorizados deben estar dados de alta en la base de datos. 		
Post-condición:		
Ingreso del usuario al sistema		
ACTOR		SISTEMA
1	El Gestor de la tienda ingresa los datos requeridos si ya es usuario del sistema.	Verifica la información ingresada sea correcta y valida el nombre del usuario con su respectivo password.
Flujo alterno		
Si el usuario no ingresa los datos o, el usuario o password son incorrectos, el sistema notificará con mensaje de error y volverá a pedir información y no podrá ingresar al sistema.		

Tabla 10. Caso de uso: CU-003-Inicio de sesión

4. Caso de Uso: Registrarse.

Caso de uso	
CU-004 Registrarse	
Descripción	
Registrarse en el sistema	
Actores:	
Administrador	
Pre-condición:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario a dar de alta no exista en la base de datos. 2. Los campos del formulario estén rellenos correctamente. 3. Conexión exitosa con la Base de datos. 	
Post-condición:	
Nuevo registro insertado con los datos de un nuevo usuario	
ACTOR	SISTEMA
1 El Gestor del sistema ingresa los datos requeridos.	Verifica la información ingresada sea correcta y valida el nombre del usuario con su respectivo password.
Flujo alterno	
Si el usuario no ingresa los datos o el usuario o password son incorrectos, el sistema notificará con mensaje de error y volverá a pedir información y no podrá ingresar al sistema.	

Tabla 11. Caso de uso: CU-004-Registro en el sistema

5. Caso de Uso: Generar Par

Este caso de uso surge porque el sistema está basado en tags de sólo lectura y éstos sólo contendrán un dato, su UID programado de fábrica, por lo tanto se creará un **par**, cuando exista una correspondencia entre un tag leído y su respectivo producto.

Trigger: Un trigger o disparador es un objeto relacionado con una tabla y almacenado en la base de datos que se ejecutan cuando sucede algún evento sobre sus tablas asociadas.

Caso de uso		
CU 005- Generar par		
Descripción		
Los tags leídos son de solo lectura y se asignarán a un producto al ingresar en el inventario. Este caso de uso es un trigger en la base de datos.		
Actores		
Base de datos		
Pre-condición:		
Exista una lectura con el estado leído.		
Post-condición:		
Se crea automáticamente un nuevo registro en la tabla PAR_ENTRADA donde se asocia un tag leído por el lector con un idProducto de la tabla PRODUCTOS en la base de datos.		
ACTOR		SISTEMA
1	La base de datos inserta un nuevo tag leído.	El sistema comprueba si el IDtag se encuentra registrado, si existe el sistema generará automáticamente el campo IdProducto.
Flujo alterno		

Tabla 12. Caso de uso: CU-005-Generar par

6. Caso de Uso: Crear Registro Producto RFID.

Caso de uso		
CU-006- Crear Registro Producto-RFID		
Descripción		
Se dará de alta al nuevo producto		
Actores		
Administrador de inventario, Base de datos		
Pre-condición:		
Conexión exitosa con la Base de datos.		
Post-condición:		
El detalle Producto queda actualizado en la base de datos.		
ACTOR		SISTEMA
1	El administrador de inventario se logará en el sistema.	Validará datos del usuario con los valores almacenados en base de datos. En caso de login exitoso, el sistema mostrará la interfaz correspondiente para dar de alta al producto.
2	El Administrador de inventario asignará el valor de "Entrada" en el campo Movimiento. Rellenará los campos Descripción, PrecioVenta, PrecioCosto, le asignará una Categoría y un Proveedor.	Al grabar los datos se validarán los datos obligatorios. Una vez creado Descripción del producto no se podrá modificar.
3		Si se ha seleccionado la opción Guardar o Borrar el sistema actualiza el registro.
Flujo alterno		
Cada vez que se ingresa el IDProducto se actualiza la cantidad que hay en tienda.		

Tabla 13. Caso de uso: CU-006-Crear Nuevo Registro de producto RFID

7. Caso de Uso: Actualizar Inventario.

Caso de uso		
CU-007- Actualizar Inventario		
Descripción		
El sistema será capaz de actualizar el inventario automáticamente		
Actores		
Base de datos		
Pre-condición:		
Conexión exitosa con la Base de datos		
Post-condición:		
Unidades de inventario actualizadas		
ACTOR		SISTEMA
1	Cada producto pertenece a una categoría es aquí donde se actualiza el stock	<p>Una vez actualizada la tabla PRODUCTOS, por cada registro se ejecutará un trigger en la tabla CATEGORIAS actualizando las unidades de productos que pertenecen a su respectiva categoría.</p> <p>El inventario total es la suma de las unidades de productos en la tabla CATEGOTIAS.</p>
Flujo alterno		
Unidades no localizadas estado “alarma-No encontrado”		

Tabla 14. Caso de uso: CU-007-Actualizar inventario

8. Caso de Uso: Consultar Inventario

Caso de uso		
CU-008 Consultar Inventario		
Descripción		
Procesa una solicitud de consulta		
Actores		
Administrador de inventario, Base de datos		
Pre-condición:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Conexión exitosa con la Base de datos. 2. El Administrador de inventario debe haber ingresado ya en el sistema con su respectivo usuario y contraseña y estar validado en el sistema 3. Debe existir un grupo de Productos a ser buscados en el sistema 		
Post-condición:		
Se listarán todos los productos		
ACTOR		SISTEMA
1	El Gestor de la tienda introduce el nombre de Categoría a buscar	Realiza la búsqueda por ID Categoría
2		Despliega el resultado de la consulta
Flujo alternativo		
En caso de que la búsqueda no arroje resultado se notificará al usuario de la circunstancia.		

Tabla 15. Caso de uso: CU-008-Consultar inventario

3.1.4 Diseño de interfaz de usuario

El diseño de interfaces es el proceso de diseñar la representación física de la interfaz tal como los usuarios la visualizarán en pantalla.

Para comunicar la funcionalidad del sistema se han diseñado las siguientes interfaces:

3.1.4.1 Interfaz de inicio de sesión

Pantalla principal de ingreso a la aplicación



Interfaz de inicio de sesión. El formulario tiene un título "Iniciar sesión" en el centro. Debajo del título, hay dos campos de entrada: "Usuario:" y "Clave:". Debajo de los campos, hay un botón "Entrar".

Figura 29. Interfaz inicio de sesión

3.1.4.2 Interfaz registrarse

Pantalla que muestra el formulario de registro de un nuevo usuario.



Interfaz Registrarse. El formulario tiene un título "Registrarse" en el centro. Debajo del título, hay cuatro campos de entrada: "Nombre Completo:", "E-mail:", "Usuario:" y "Clave Personal:". Debajo de los campos, hay un botón "Validarse".

Figura 30. Interfaz Registrarse

3.1.4.3 Interfaz Menú principal

Interfaz que contendrá el menú de opciones que prestará la aplicación.



Figura 31. Interfaz Inicio

3.1.4.4 Interfaz movimientos inventario RFID

Presenta la tabla con los pares de tags generados. Las opciones disponibles son:



Figura 32. Interfaz Inicio

1 Interfaz alta

Interfaz que permite al usuario dar de alta a un producto con un tag leído (par).

The screenshot shows a web application titled "Movimientos RFID Inventario". In the top left corner, there is a link labeled "Inicio". Below the title, the text "Operaciones disponibles:" is followed by three links: "Alta", "Baja", and "Consultas". The main part of the interface features a table with two columns: "Tags" and "Id Producto". The table has five empty rows and a vertical scrollbar on the right. Below the table, there are several input fields: "Movimiento:" with a dropdown menu showing "Seleccione", "Categoría:" with a dropdown menu showing "Seleccione", "Descripción:" with a text input field, "Talla:" with a dropdown menu showing "Seleccione", "Proveedor:" with a dropdown menu showing "Seleccione", and "Origen:" with a dropdown menu showing "Seleccione". To the right of these fields is a button labeled "Insertar Registro".

Figura 33. Interfaz Alta de productos RFID

2 Interfaz baja

Interfaz que permite al usuario dar de baja a un producto con un tag leído (par).

The screenshot shows the same web application titled "Movimientos RFID Inventario". It includes the "Inicio" link and the "Operaciones disponibles:" section with links for "Alta", "Baja", and "Consultas". The table with columns "Tags" and "Id Producto" is present. Below the table, there is a "Registro a borrar:" label followed by a text input field. To the right of the input field is a button labeled "Borrar Registro".

Figura 34. Interfaz Baja de productos RFID

3.1.4.5 Interfaz mostrar inventario

Interfaz que presenta los productos del inventario en tiempo real. Permite consultar los productos por categoría.

[Inicio](#)

Consulta RFID Inventario

Operaciones disponibles: [Alta](#) [Baja](#) [Consultas](#)

Inventario por Categorías: Total productos

Id Categoría	Descripción	Stock

Consulta por Categoría:

Productos por Categorías: Número productos

UID	Id Producto	Descripción

Figura 35. Interfaz Consulta de productos RFID

3.1.5 Modelo de datos

El modelo de datos representa las diferentes tablas de datos que almacenan los datos introducidos por el lector RFID y los usuarios del sistema, así como las relaciones que son necesarias para el sistema.

El diagrama Entidad/Relación (E/R), se realizó tomando en cuenta que se va a trabajar con tags de sólo lectura y éstos sólo contendrán un dato (su UID programado de fábrica), toda la información del producto correspondiente se tendrá que recuperar de distintas tablas en la base de datos.

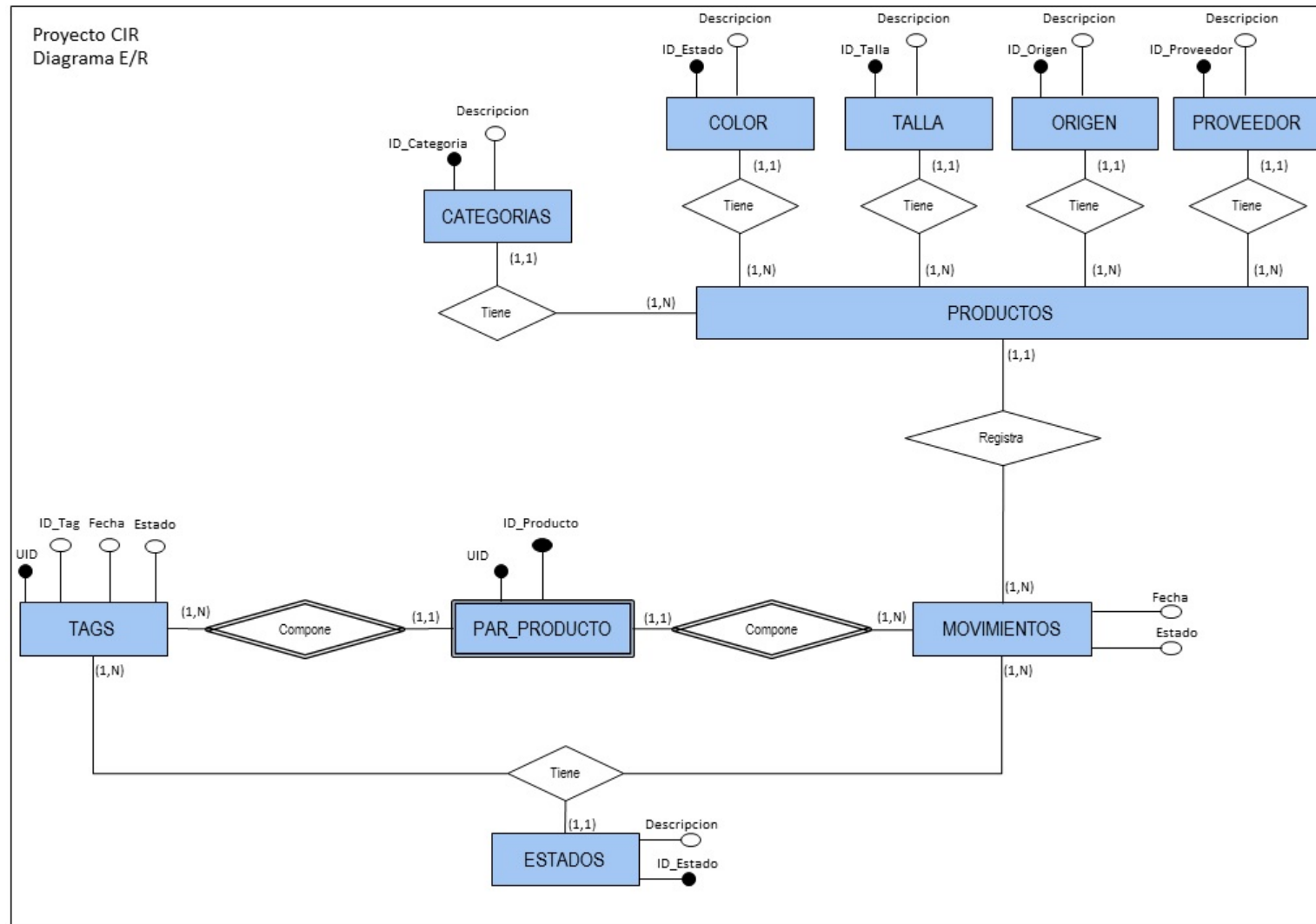


Figura 36. Interfaz Baja de productos RFID

Se distingue varias relaciones débiles entre ellas, ya que un **par** existirá sólo si existe su **producto** y su **tag** asociados. A su vez, un **movimiento** existirá sólo si existe su par leído.

3.1.5.1 Identificación de tablas

Se definen las siguientes tablas el sistema:

1. Tabla Usuarios.

Contiene los datos de identificación de los usuarios autorizados que operan el sistema para poder realizar las diferentes tareas como ingreso de productos o consultas.

USUARIOS	
Id_Usuarios (PK)	Int(11)
User	Varchar(30)
Pass	Varchar(10)
Full_name	Varchar(45)
correo	Varchar(45)

Tabla 16. Definición tabla USUARIO

2. Tabla Tags

Esta tabla contiene la información correspondiente a las lecturas enviadas desde el lector RFID a la base de datos, se genera un Id_tag autonumérico, el campo UID corresponde al código único que identifica a un tag Mifare.

TAGS	
Id_Tag	Int(11)
UID(PK)	Varchar(30)
Fecha	Time_Stamp
Estado	Int(10)

Tabla 17. Definición tabla TAGS

3. Tabla Estados

Esta tabla contiene la información correspondiente a los estados que irá tomando el tag asignado al producto en los diferentes procesos. El valor del campo **Estado** tomará las siguientes descripciones:

- **Leído:** Tomará este valor cuando el tag ha sido leído por primera vez por el lector e insertado correctamente en la base de datos.
- **Releído:** Tomará este valor durante el ciclo de lecturas.
- **Error:** Tomará este valor cuando el tag ha sido leído y no insertado correctamente en la base de datos.
- **Entrada:** Tomará este valor cuando el producto esté dado de alta en el inventario, es decir esté en correspondencia con un idProducto.
- **Salida:** Tomará este valor cuando el producto esté dado de baja en el inventario, es decir esté en correspondencia con un idProducto.
- **Bloqueado:** Tomará este valor cuando el tag con el producto ya esté registrado en el inventario y en una nueva actualización no sea localizado.

ESTADOS	
Id_Estado (PK)	Int(10)
Estado	Varchar(30)

Tabla 18. Definición tabla ESTADOS

4. Tabla Par_Producto

Se crea esta tabla para definir que un par existirá sólo si existe un tag leído en correspondencia con un IdProducto de la tabla PRODUCTOS.

PAR_ENTRADA	
UID (PK)	Int(11)
IdProducto	Varchar(30)

Tabla 19. Definición tabla PAR_ENTRADA

5. Tabla Movimientos

Esta tabla contiene la información que se introduce en los campos respectivos para completar la información de un producto que ingresa al inventario y que ya tiene asignado un tag. El valor que toma el campo Estado es "Entrada".

Con el IdProducto de esta tabla, se accede a los datos correspondientes a un producto.

MOVIMIENTOS	
UID (PK)	Varchar(30)
IdProducto	Int(11)
Fecha	Time_Stamp)
Estado	Int(10)

Tabla 20. Definición tabla MOVIMIENTOS

6. Tabla Productos

Esta tabla contiene la información correspondiente a un producto del inventario.

PRODUCTOS	
UID	Varchar(30)
Id_Productos (PK)	Int(11)
Descripcion	Varchar(30)
Precio_venta	Float
Precio_costo	Float
Categoria	Int(11)
Proveedor	Int(11)
Origen	Int(11)
Talla	Int(11)
Color	Int(11)

Tabla 21. Definición tabla PRODUCTOS

7. Tabla Categorías

Esta tabla contiene los datos de las distintas categorías declaradas en la tienda. El inventario de productos se calculará por el campo stock, ya que es el total de los productos por categoría.

CATEGORIAS	
Id_Categoria (PK)	Int(11)
Descripcion	Varchar(30)
stock	Int(11)

Tabla 22. Definición tabla CATEGORIAS

8. Tabla Origen

En esta tabla están dadas de altas las ciudades de procedencia del producto.

ORIGEN	
Id_Origen (PK)	Int(11)
Descripcion	Varchar(30)

Tabla 23. Definición tabla ORIGEN

9. Tabla Talla

En esta tabla están dadas de altas las tallas para un producto.

TALLA	
Id_Talla(PK)	Int(11)
Descripcion	Varchar(30)

Tabla 24. Definición tabla TALLA

10. Tabla Color

En esta tabla están dadas de altas los nombres de los colores para un producto.

COLOR	
Id_Talla (PK)	Int(11)
Descripcion	Varchar(30)

Tabla 25. Definición tabla COLOR

11. Tabla Proveedores

Esta tabla contiene los datos referentes a un proveedor.

PROVEEDORES	
Id_Proveedor (PK)	Int(11)
Descripcion	Varchar(30)
CIF	Int(11)
Razon_Social	Varchar(30)

Tabla 26. Definición tabla PROVEEDORES

CAPITULO 4

4.1 SOLUCION TECNICA

La solución desarrollada para el sistema se irá desglosando siguiendo los siguientes apartados:

- **Implementación del bloque RFID:** El módulo RFID es importante ya que es la entrada de los datos al sistema. Se considerarán para su implementación los tiempos de escaneo, intentos de lectura, lecturas y envío de datos.
- **Implementación del bloque Middleware:** En este apartado se especificará los módulos del sistema necesarios para la aplicación web.
- **Integración de ambos bloques:** En este apartado se describirá el funcionamiento del sistema implementado ya integrado.

Con la integración de los bloques y la ejecución del sistema se valorará el resultado y la consecución de los objetivos iniciales.

4.1.1 Arquitectura del sistema

Aplicaremos el concepto 'Internet de las cosas' (Internet of Things).

A continuación se presenta el esquema de sistema propuesto:

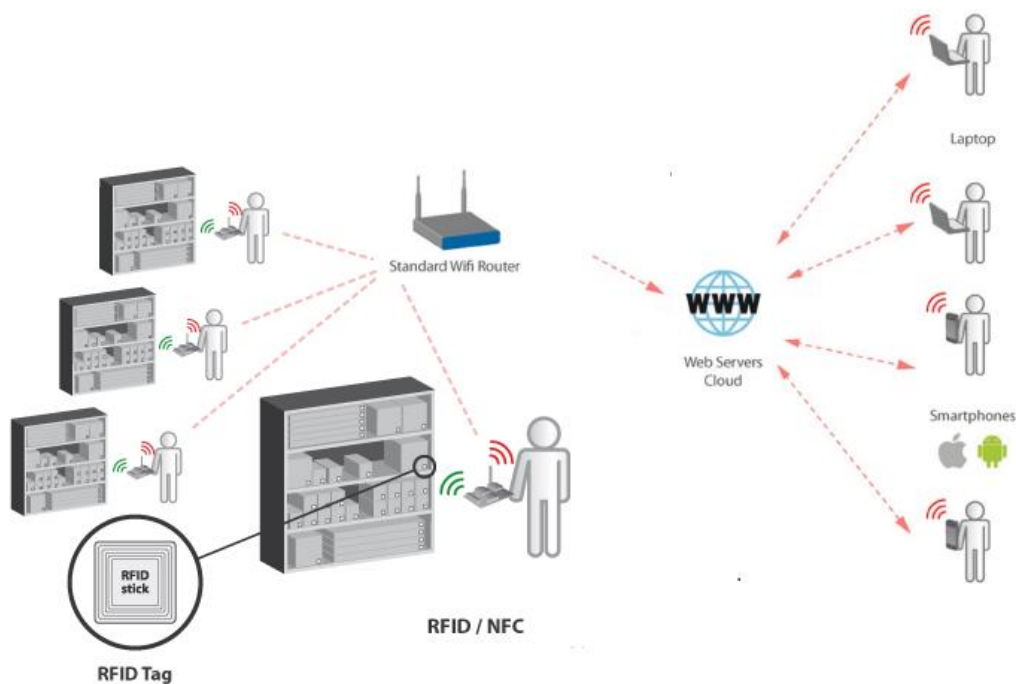


Figura 37. Arquitectura del sistema[11]

La información proporcionada por las etiquetas pasivas es leída por el módulo RFID/NFC y es transmitida utilizando el radio WiFi hasta un router conectado a Internet, donde los datos serán recibidos y almacenados en la base de datos; Los datos de identificación se pueden enviar directamente a Internet utilizando la conexión WiFi. En esta transmisión es posible realizar conexiones seguras con los servidores web si se utiliza el protocolo https.

4.1.2 Implementación del sistema

4.1.2.1 Hardware

Para el desarrollo del sistema se cuenta con el siguiente hardware entregado por la universidad.

1. Libelium Wasp mote (v1.2)

Especificaciones y Características

- Microcontrolador: ATmega1281
- Frecuencia: 14.7456MHz
- SRAM: 8KB
- EEPROM: 4KB
- FLASH: 128KB
- SD Card: 2GB
- Peso: 20gr
- Dimensiones: 73.5 x 51 x 13 mm
- Rango de Temperatura: [-10°C, +65°C]

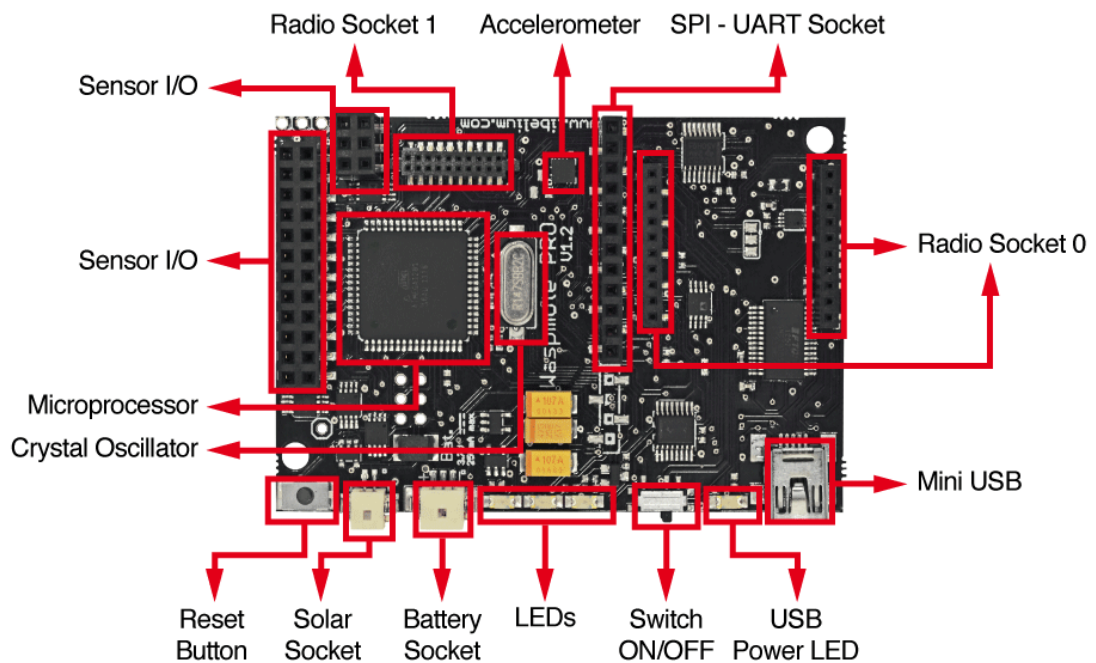


Figura 38. Libelium Wasp mote v1.2 vista frontal

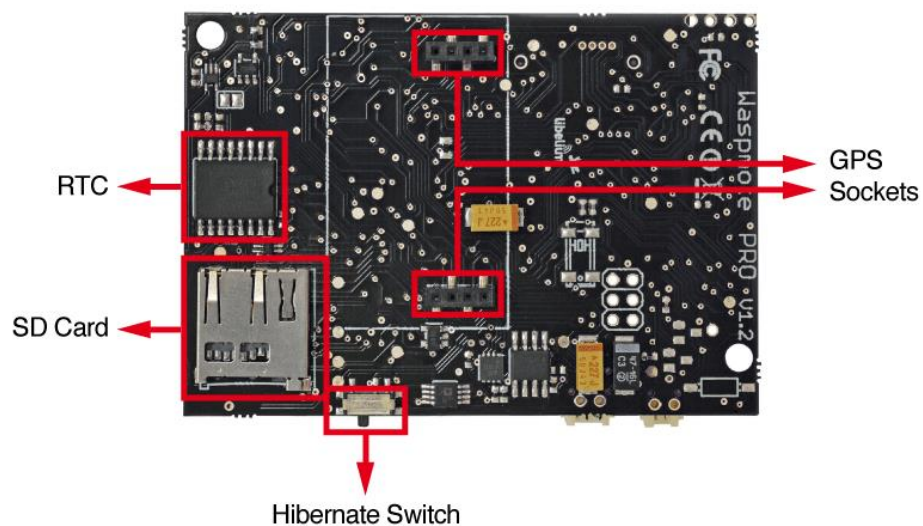


Figura 39. Libelium Wasp mote v1.2 vista posterior

I/O

Los puertos I/O que la Wasp mote tiene disponible son:

- Puertos I2C-UART
- Puertos Sensor I/O

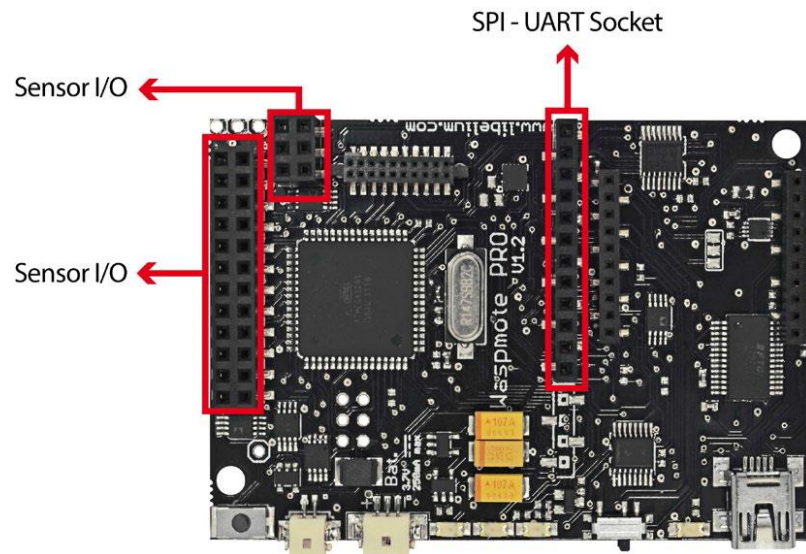


Figura 40. Puertos Waspote v1.2

Waspote posee puertos E/S con características muy diferenciadas que permiten comunicarse con otros dispositivos externos. A continuación se describen brevemente dichos puertos:

1. **Analógicas:** Waspote dispone de **7 entradas analógicas** accesibles en el conector de sensores.

Cada una de las entradas está conectada directamente al microcontrolador. El microcontrolador utiliza un convertor Analógico digital (ADC) de aproximaciones sucesivas de 10 bits. El valor de tensión de referencia para las entradas es de 0V (GND). El valor máximo de tensión de entrada es de 3.3V que se corresponde con la tensión de alimentación general del microcontrolador.

2. **Digitales:** Waspote **posee 8 pines digitales que pueden ser configuradas como entrada o salida** en función de las necesidades de la aplicación. Los valores de tensión correspondientes a los diferentes valores digitales serían:

- 0V para el 0 lógico
- 3.3V para el 1 lógico

3. **PWM:** El pin DIGITAL1 además puede usarse como salida PWM (Pulse Width Modulation) con el cual se puede “simular” una señal analógica. En realidad es una onda cuadrada entre 0 V y 3.3 V en la que se puede cambiar la proporción de tiempo en que la señal está en alto (su ciclo de trabajo) de 0% a 100%, simulando una tensión de 0V (0%) a 3.3V (100%). La resolución es de 8 bits por lo que podemos configurar hasta 255 valores intermedios entre 0-100%.

4. **UART:** Waspote cuenta con dos UART: UART0 y UART1 que está conectada a un multiplexor de cuatro canales, haciendo un total de 6 puertos UART.

- **UART0** es compartida por el puerto USB y el Socket0. Este socket se utiliza para los módulos XBee, módulo de Lora, **módulos RFID**, Módulos Bluetooth, módulo WiFi, RS-485 del módulo, etc.

- **UART1** es compartida por cuatro puertos: Socket 1, Socket GPS, Socket Auxiliar1 y Auxiliar2. Es posible seleccionar en el mismo programa a cuál de los cuatro puertos está conectado la UART1 en el microcontrolador.
5. **I2C:** En Wasmote también se utiliza el bus de comunicación I2C, donde se conectan en paralelo tres dispositivos: el acelerómetro, el RTC y el potenciómetro que configura el nivel de threshold de alarma por batería baja. En todos los casos el microcontrolador actúa como maestro (master) mientras que el resto de los dispositivos conectados al bus actúan como esclavos (slave).
 6. **SPI:** El puerto SPI del microcontrolador se utiliza para la comunicación de éste con la tarjeta micro SD. Todas las operaciones de uso del bus son realizadas por la librería específica de forma transparente.
 7. **USB:** La comunicación USB se utiliza en Wasmote para la comunicación con un ordenador o dispositivo compatible. Esta comunicación permite cargar del programa al microcontrolador y la comunicación de datos durante la ejecución del programa. Para la comunicación USB se utiliza una de las UART del microcontrolador y de la conversión al estándar USB se encarga el FT232RL. De esta forma en el ordenador tendremos un nuevo puerto de comunicación serie, listo para comunicarse con Wasmote.

Diagramas de bloques

Se muestra a continuación el diagrama de bloques de la transmisión de las señales de los datos en el módulo Wasmote.

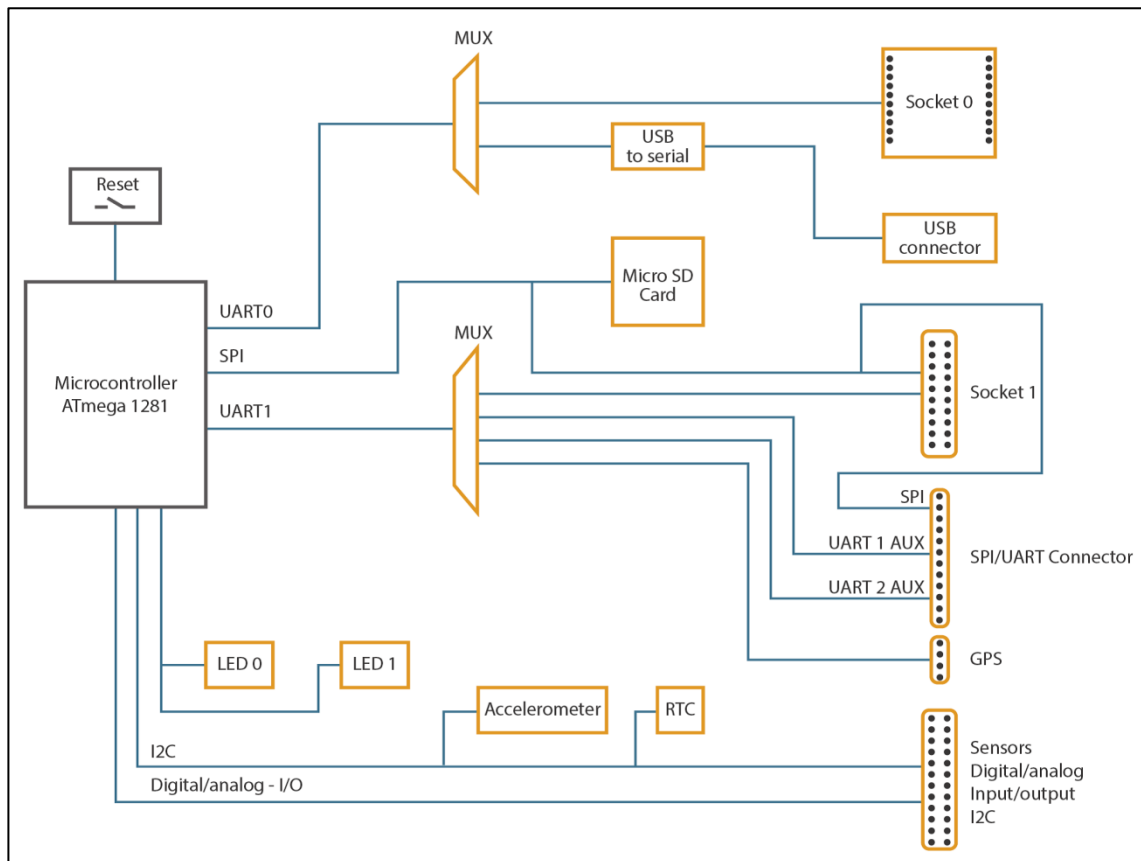


Figura 41. Diagrama de transmisión de señales

Arquitectura y sistema de Waspnote

La arquitectura de Waspnote se basa en el microcontrolador **ATMEGA 1281**. Esta unidad de procesamiento arranca ejecutando un binario denominado “bootloader” que se encarga de cargar en memoria parte de los programas y librerías compiladas y almacenadas previamente en la memoria flash, con la finalidad de que el programa principal que se ha creado pueda finalmente comenzar su ejecución.

Cuando se conecta Waspnote y se inicia el bootloader, existe un tiempo de espera (62.5 ms) antes de comenzar con la primera instrucción, tiempo que es utilizado para iniciar la actualización de los programas que se encuentran cargados, en el caso de que estuviéramos cargando nuevos programas compilados. Si en ese tiempo se recibe un nuevo programa a través del USB, se procederá a cargarlo en la memoria flash (128KB) sustituyendo los programas que existieran. Por el contrario, si no se recibe un nuevo programa, se iniciará el último programa almacenado en memoria. Una vez que tenemos un programa cargado en el microcontrolador, el funcionamiento de Waspnote se basa en el código que se ha cargado.

La estructura de los códigos se divide en 2 partes fundamentales: una parte denominada “setup” y una parte llamada “loop”. Ambas partes del código tienen un comportamiento secuencial, ejecutándose las instrucciones en el orden establecido. La parte llamada setup es la primera parte del código que se ejecuta, haciéndolo sólo una vez al iniciar el código. La parte denominada loop es un bucle que se ejecuta continuamente, formando un bucle infinito.

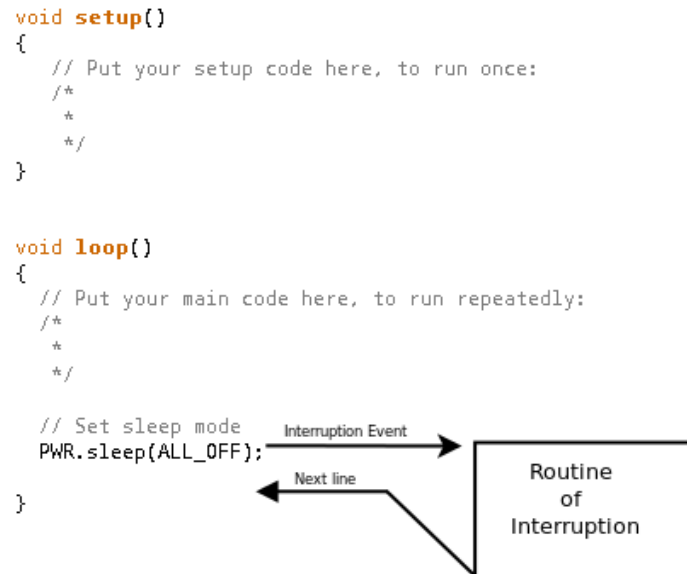


Figura 42. Estructura de código

Cuando Wasp mote es reseteado o encendido desde el estado OFF, el código comienza de nuevo desde la función setup y posteriormente la función loop. Por defecto, los valores de las variables declaradas en el código y modificadas en ejecución se perderán al producirse un reset o quedarse sin batería. Para almacenar valores de forma permanente es necesaria la utilización de la memoria no volátil **EEPROM (4KB)** del microcontrolador. Otra opción es el uso de **la tarjeta SD** de alta capacidad (2GB).

1. Timers

Wasp mote utiliza un oscilador de cuarzo que trabaja a una frecuencia de **14.7456 MHz** como reloj del sistema. De esta forma, cada **125 ns** el microcontrolador ejecuta una instrucción de bajo nivel (lenguaje máquina). Wasp mote es un dispositivo preparado para trabajar en condiciones adversas en cuanto a términos de ruido y contaminación electromagnética, por ello, de cara a asegurar una comunicación estable en todo momento con los distintos módulos conectados por línea serie a las UART (XBee, GPRS, USB) se ha establecido una velocidad máxima de transmisión de 115200bps para XBee, GPRS y USB y 4800 para el GPS, de forma que la tasa de éxito en los bits recibidos sea del 100%. Dentro de los Timers Wasp mote tenemos:

2. Watchdog

El microcontrolador Atmega 1281 tiene un reloj Watchdog interno mejorado (Enhanced Watchdog Timer – WDT). El WDT se encarga de contar de forma precisa ciclos de reloj generados por un oscilador de 128KHz. El WDT genera una señal de interrupción cuando el contador alcanza el valor establecido. Esta señal de interrupción se puede utilizar para despertar al microcontrolador de un estado de **Sleep** o para generar una alarma interna cuando está en funcionamiento normal.

3. RTC

Wasmote dispone de un reloj en tiempo real (RTC) a 32KHz (32.768Hz) que permite establecer una base de tiempos absoluta para la utilización del dispositivo. Podemos programar alarmas en el RTC especificando día/hora/minuto/segundo. Esto nos permite tener a Wasmote funcionando en los modos de máximo ahorro energético (**DeepSleep e Hibernate**) y hacer que se despierte justo en el momento que nos interese.

El RTC permite despertar al microcontrolador del estado de bajo consumo generando una interrupción. Por ello, se ha asociado al modo DeepSleep e Hibernate del microcontrolador, permitiendo poner a dormir el microcontrolador activando una alarma en el RTC para poder despertarlo. Los intervalos pueden ir desde los 8s en modo DeepSleep, hasta minutos, horas o incluso días en Hibernate.

4. Interrupciones

Las interrupciones son señales recibidas por el microcontrolador que le indican que debe abandonar la tarea que está realizando para atender a un evento que acaba de suceder. El control de interrupciones libera al microcontrolador de tener que estar encuestando en todo momento a los sensores y que sean estos los que avisen a Wasmote cuando se alcanza un determinado valor (threshold).

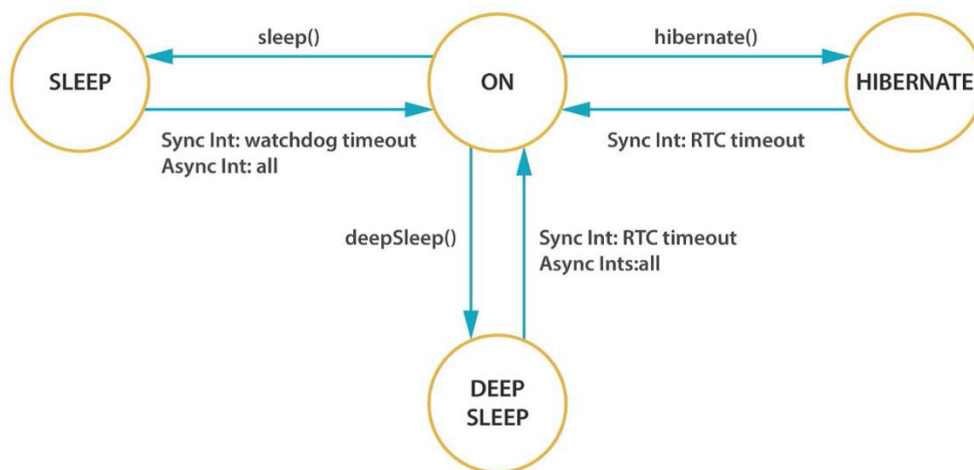


Figura 43. Interrupciones

Wasmote está creado para trabajar con 2 tipos de interrupciones: síncronas y asíncronas

- **Síncronas:** Son las que programamos mediante los timers. Nos permiten programar cuándo queremos que se activen.

Existen de 2 tipos de alarmas por temporizador: periódicas y relativas.

- Alarmas Periódicas Son las que se pueden especificar en un momento concreto en el tiempo futuro, ejemplo: “Alarma programada para cada día 4 del mes a las 00:01 y 11 segundos”, (controlada por el RTC).
- Alarmas relativas Son programadas teniendo en cuenta el momento actual, ejemplo: “Alarma programada para dentro de 5 minutos y 10

segundos" (controlada por el RTC y el Watchdog interno del microcontrolador).

- **Asíncronas:** Son las que no sabemos cuándo se van a producir porque no están programadas.
 - Sensores, se pueden programar las placas de sensores para que cuando un sensor pasa de un determinado umbral se dispare una alarma.
 - Batería baja Waspote tiene un circuito que controla en todo momento el nivel de batería que le queda, que permite avisar al centro de control de que uno de los nodos se está quedando sin batería.
 - Acelerómetro Se puede programar el acelerómetro que tiene integrado Waspote para que determinados eventos tales como una caída o un cambio de dirección generen una interrupción.
 - Módulo GPRS La recepción de una llamada, de un SMS o de datos genera una interrupción.

Sistema Energético

Waspote tiene 4 modos de funcionamiento:

1. **ON:** modo normal de funcionamiento. El consumo en este estado es de 15mA.
2. **Sleep:** El programa principal se detiene, el microcontrolador pasa a un estado de latencia, del que puede ser despertado por todas las interrupciones asíncronas y por la interrupción síncrona generada por el Watchdog. El intervalo de duración de este estado va de 16ms a 8s. El consumo en este estado es de 55µA.

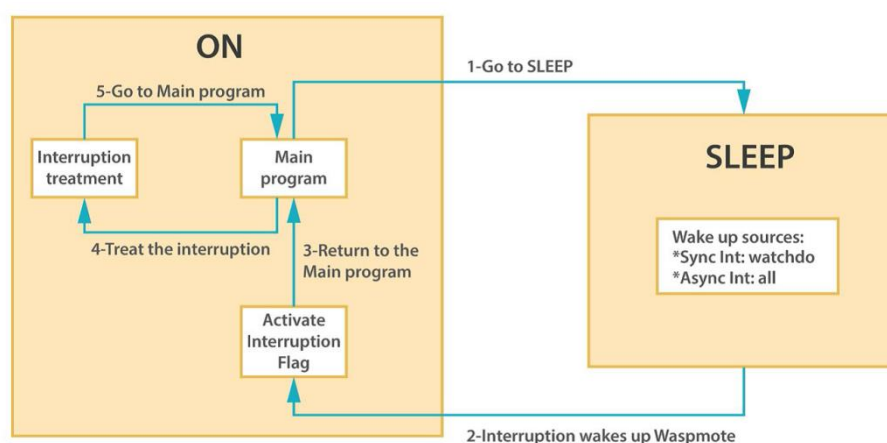


Figura 44. Estado sleep

3. **Deep Sleep:** El programa principal se detiene, el microcontrolador pasa a un estado de latencia del que puede ser despertado por todas las interrupciones asíncronas y por la interrupción síncrona lanzada por el RTC. El intervalo de este

ciclo puede ir de 8 segundos a minutos, horas, días. El consumo en este estado es de **62 μ A**.

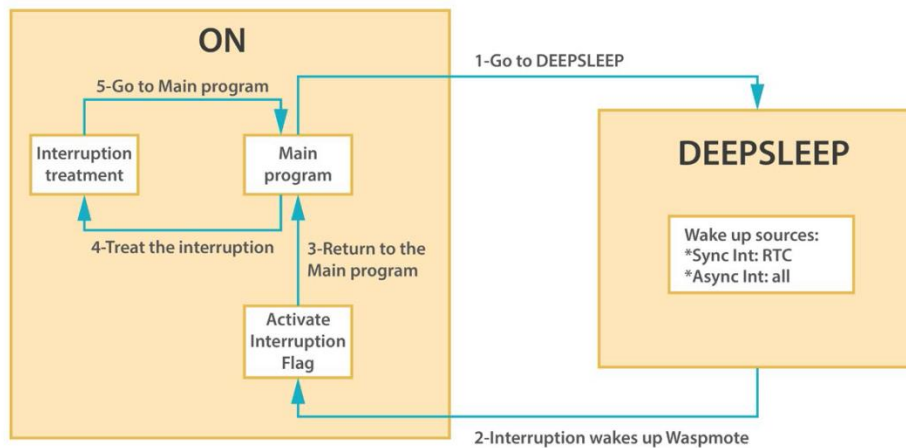


Figura 45. Estado deepsleep

4. **Hibernate:** El programa principal se detiene, el microcontrolador y todos los módulos de Waspote quedan completamente desconectados. La única forma de volver a activar el dispositivo es a través de la alarma previamente programada en el RTC (interrupción síncrona). El intervalo de este ciclo puede ir de 8 segundos a minutos, horas, días. Al quedar el dispositivo totalmente desconectado de la batería principal el RTC es alimentado a través de una batería auxiliar de la que consume **0,7 μ A**.

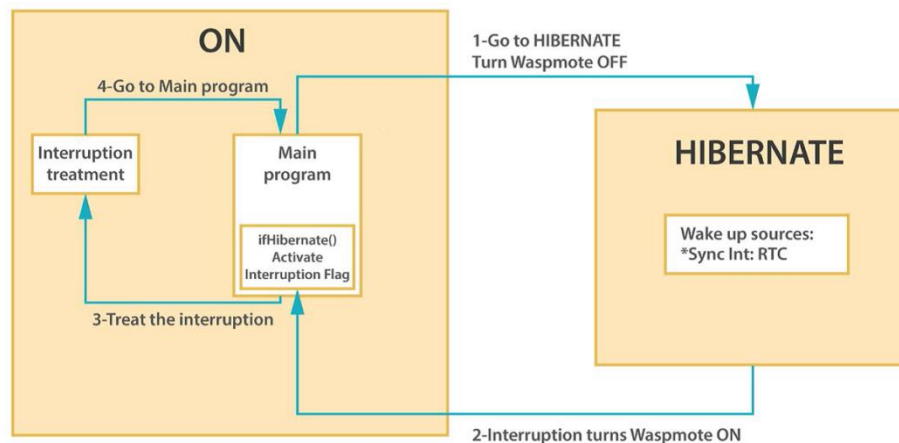


Figura 46. Estado hibernate

Por otro lado, cada **módulo** tiene hasta **4 modos de funcionamiento**:

1. **ON:** modo normal de funcionamiento.
2. **Sleep:** En este modo se detienen algunas funcionalidades del módulo y se pasa a un uso asíncrono, normalmente dirigido por eventos. En cada módulo funciona de una forma distinta y es específico de cada uno (programado por el fabricante).

3. **Hibernate:** En este modo se detienen todas las funcionalidades del módulo y se pasa a un uso asíncrono, normalmente dirigido por eventos. En cada módulo funciona de una forma distinta y es específico de cada uno (programado por el fabricante).
4. **OFF:** Mediante el uso de switches digitales controlados por el microcontrolador se apaga por completo el módulo. Este modo ha sido implementado por Libelium como capa independiente de control energético, de forma que se pueda reducir el consumo a **0,0µA**.

2. Módulo WiFi

El módulo WiFi para la plataforma Waspote permite la comunicación directa de los nodos de sensores con cualquier router WiFi en el mercado. Además Waspote permite enviar directamente la información a cualquier iPhone o smartphones Android sin la necesidad de un enrutador intermedio, lo que hace posible crear redes de sensores WiFi en cualquier lugar utilizando simplemente Waspote y un dispositivo móvil ya que todos ellos funcionan con baterías.



Figura 47. Módulo WiFi

Especificaciones

- Protocolos: 802.11b/g - 2.4GHz
- TX Power: 0dBm - 12dBm (variable por el software)
- RX Sensibilidad: -83dBm
- Antena conector: RPSMA
- Antena: 2dBi/5dBi antena opcionales
- Security: WEP, WPA, WPA2
- Topología: AP
- 802.11 capacidad de roaming

Acciones:

- TCP/IP - UDP/IP socket conexión
- HTTP conexión web
- FTP transferencia de archivos
- Conexión directa con iPhone y Android
- Conecta con routers WiFi estándar
- DHCP para la asignación automática de una dirección IP
- Resolución de DNS activado

Los nodos también pueden conectarse a un router WiFi de serie con DSL o por cable y enviar los datos a un servidor web ubicado en Internet. Entonces los usuarios son capaces de obtener estos datos de la nube. Este es el escenario típico para las empresas que quieren dar servicios de accesibilidad de datos.

- **Topologías WIFI**

1. Puntos de acceso

Los nodos sensores pueden conectarse a cualquier router WiFi estándar que se configure como punto de acceso (AP) y luego enviar los datos a otros dispositivos en la misma red, como ordenadores portátiles y teléfonos inteligentes. Este es el caso común cuando se implementa una red local de sensores y utilizar los datos dentro de una Intranet.

Una vez asociado con el punto de acceso, los nodos pueden solicitar una dirección IP utilizando el protocolo DHCP o utilizar una IP estática preconfigurada.

La conexión AP puede ser cifrada, en este caso, tiene que especificar también la clave para el módulo WiFi. El módulo WiFi soporta estos modos de seguridad: WEP-128, WPA2-PSK, WPA1-PSK y WPA-PSK modo mixto.

Como se señaló antes el módulo WiFi puede conectarse a cualquier router WiFi estándar, sin embargo, la conexión puede también llevarse a cabo utilizando MeshLium en lugar de un router Wi-Fi estándar. MeshLium es el router multiprotocolo diseñado por Libelium que es especialmente recomendado para aplicaciones al aire libre ya que está diseñado para resistir las condiciones más duras en los despliegues de campo reales.

3. Módulo RFID/NFC

El módulo RFID/NFC es compatible con cualquier tecnología inalámbrica del mercado. El módulo está disponible tanto en la banda de 125KHz como en la de 13.56 MHz. Para el presente proyecto describiremos la banda de alta frecuencia (HF).

Especificaciones 13.56 Mhz

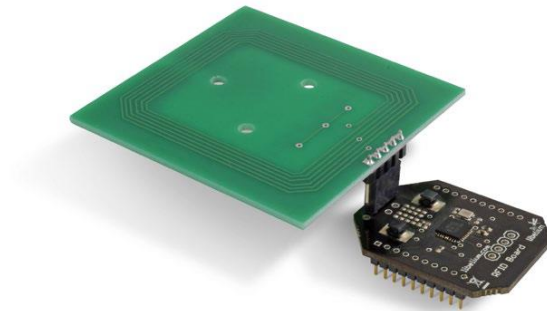


Figura 48. Módulo RFID/NFC 13.56 MHz

- Compatibilidad: Lector/grabador modo soportado ISO 14443A / MIFARE / FeliCa™ / NFCIP-1
- Distancia: 5cm
- Máxima capacidad: 4KB
- Tags: tarjetas, llaveros, etiquetas.

Aplicaciones:

- (LBS): Servicios basados en localización.
- Logística (Seguimiento de recursos, cadena de suministro).
- Control de Accesos.
- Prepago electrónico (máquinas expendedoras, transporte público).
- Interacción con Smartphones utilizando el protocolo NFCIP-1

4. Tags Mifare

Para la implementación del sistema se ha considerado que los tags son de sólo lectura.



Figura 49. Libelium Waspmote v1.2

5. Tarjeta de expansión

La tarjeta de expansión permite conectar dos módulos de comunicación al mismo tiempo en la plataforma de sensores Wasmote, esto significa mayor número de combinaciones. Para el presente proyecto se utilizará: **RFID / NFC** y **WiFi**.

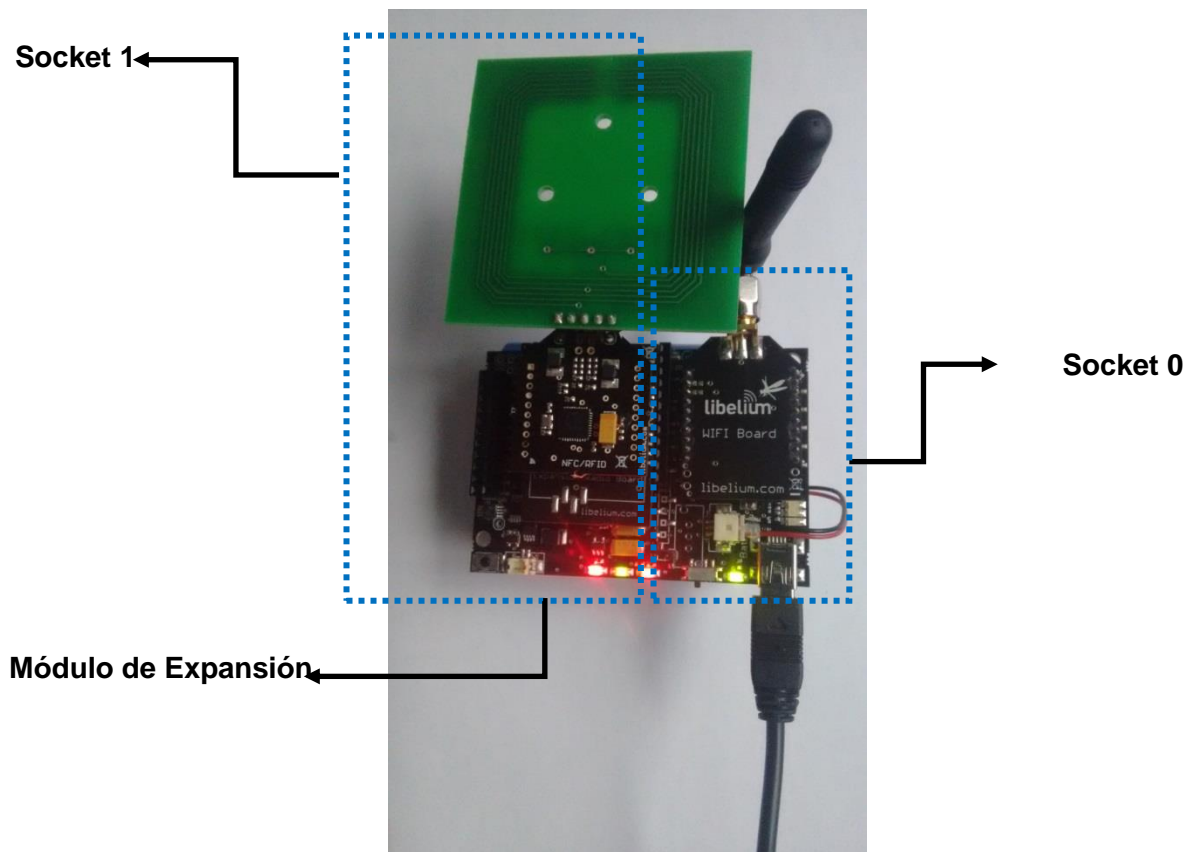


Figura 50. Tarjeta de expansión

4.1.2.2 Implementación del bloque RFID

La finalidad de este bloque es establecer conexión con el lector, enviarle instrucciones para que realice ciclos de lectura y almacenar en una lista toda la información que él mismo devuelve de las lecturas.

A partir de los comandos enviados por el lector, el tag seleccionado proporciona la información solicitada.

Plataforma Wasmote

La programación del dispositivo se desarrolla en el siguiente entorno:

- **Wasmote-pro-ide-v04-windows**
- **Wasmote-API-v.018**

Consideraciones previas:

- view=html : Es opcional y mostrará la respuesta con formato HTML

El servidor puede especificarse con su dirección IP, o con una URL, la cual será resuelta usando el protocolo DNS. A continuación se muestra un ejemplo:

```
// Llama a funcion HTTP especificando IP y Query
WIFI.getURL(IP,"192.168.1.100","GET$/PhpCIR/Waspmote.php?s0=999");
// Llama a funcion HTTP especificando URL y Query
WIFI.getURL(DNS,"www.libelium.com","GET$/PhpCIR/Waspmote.php?s0=999");
```

Diagrama del código

La figura 51 muestra en un diagrama de flujo, el programa cargado, resumiendo el funcionamiento del Waspmote.

Un punto importante a especificar es que se ha reservado 50 posiciones de memoria en el microcontrolador para las lecturas, representando i la capacidad de almacenaje de una estantería. Al reservar posiciones de memoria podemos asegurar el envío de datos por lotes, ya que se pretende enviar al servidor varias lecturas en cada escaneo de 15 minutos (900 seg).

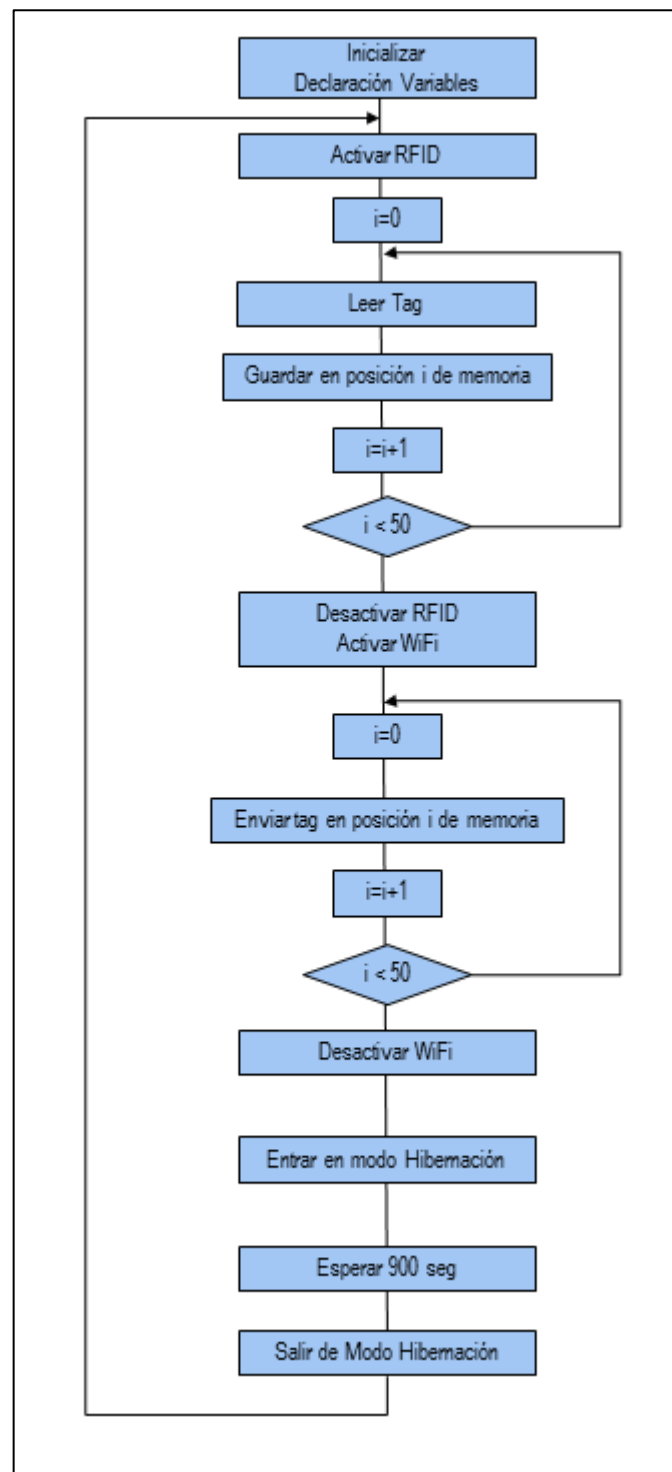


Figura 51. Diagrama de código Wasp mote

Se observa, en el diagrama de flujo que una vez enviado la lectura masiva de tags, el Wasp mote entra en modo Hibernación, este procedimiento nos asegura un ahorro energético, con respecto a la duración de la batería.

4.1.2.4 Implementación bloque Middleware

El Middleware, es el software diseñado para proporcionar la conectividad entre el Sistema RFID compuesto por el lector Waspote con sus módulos y el Sistema de Información de la empresa (Base de Datos).

El entorno de programación se virtualizará en **VMware Workstation versión 10.0.3** con sistema operativo **CentOS-6.6-x86_64-bit** en el cual se instalará:

- MySql 5.1.7.3
- MySql- Workbench, como editor visual de base de datos
- Sevidor web Apache 2.0

Aplicación Web

La aplicación a implementar será desarrollada bajo el entorno de desarrollo **PHP NETBEANS IDE 7.2.1**

La aplicación web como tal, requiere de un inicio de sesión ya que solo las personas autorizadas pueden tener acceso a la información de las lecturas realizadas, para esto se realiza un registro, el cual necesita de un código único de ingreso.

Las interfaces de usuarios de la aplicación están creadas según el diseño de Interfaces de usuarios definidos en el capítulo 5.1.4.

Jerarquía de clases

La figura 52 muestra la jerarquía de clase que se han implementado en el lado servidor.

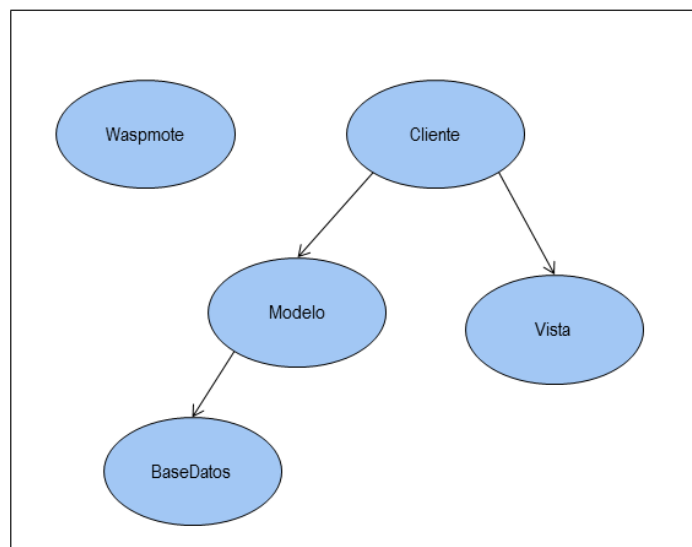


Figura 52. Jerarquía de clases

El servidor cuenta con una clase **Cliente** la cual gestiona la sesión y las solicitudes del usuario, tales como, el inicio, el registro, las fechas, las lecturas y mostrar la interfaz de

usuario. Una clase **Modelo** para el procesamiento y verificación de los datos y una clase **Vista** que organiza la interfaz que verá el usuario. El control de la base de datos está a cargo de la clase **BaseDatos** que se encarga de realizar las respectivas solicitudes.

Waspnote es la clase que gestiona la recepción de datos provenientes del lector RFID, el cual simplemente se encarga de guardar dicha información en la base de datos para que sean leídos posteriormente por el usuario. La fecha en que se toma la lectura se da por defecto cuando se recibe el valor del UID del tag RFID, es decir que no hace falta que el lector RFID envíe las lecturas con este dato, la fecha y hora dado que estos datos los inserta el servidor.

Estos son los archivos que componen la parte del servidor:

- index.php
- cliente.php
- modelo.php
- vista.php
- basedatos.php
- Waspnote.php
- estilos.css

Las peticiones al servidor, tienen por lo tanto el siguiente formato:

`http://192.168.1.100/PhpCIR/Waspnote.php?s0=v0&s1=v2&s4=v4`

Donde la dirección IP del servidor local es 192.168.1.100, **PhpCIR** es la ruta al directorio donde se encuentra el archivo **Waspnote.php** y **s0, v0, s1, v1, s4, v4** son ejemplos de las variables de los lecturas de los tags RFID que almacenan cada una su respectivo valor.

4.1.2.5 Bloque base de datos

Este bloque abarcará el Sistema de Información de la tienda, que consta de las tablas creadas según el E/R, implementando los eventos que actualicen los datos.

Como se ha especificado anteriormente existe una clase en el servidor web que ejecuta los scripts PHP que gestionan las operaciones a realizar en base de datos.

Además es necesario automatizar operaciones para actualizar la base de datos, sin necesidad de contar con que el usuario ejecute sentencias de SQL determinadas para tal efecto, para ello declararemos triggers.

Triggers: Un trigger o disparador en una base de datos, es un procedimiento que se ejecuta cuando sucede algún evento sobre sus tablas asociadas.

Los eventos pueden ser las sentencias INSERT, DELETE, UPDATE que modifican los datos de una tabla. Los triggers se pueden ejecutar antes (BEFORE) y/o después (AFTER) de que sean modificados los datos[18].

La sintaxis de un trigger en MySQL Server es:

CREATE TRIGGER nombreDeltrigger momento evento
ON table FOR EACH ROW accion

- NombreDeltrigger: nombre de identificación del trigger.
- Momento: es el momento en el que el trigger deberá ejecutarse AFTER o BEFORE.
- Evento puede ser DELETE, INSERT o UPDATE: en este evento MySQL disparará las acciones, va combinado con el momento,
- Tabla: nombre de la tabla a la que el trigger está asociado.
- Acción a ejecutar: es la secuencia de instrucciones a ejecutar una vez que se han cumplido las condiciones iniciales.

Trigger para la tabla PAR_ENTRADA

Esta sentencia inserta un registro en la tabla PAR_ENTRADA, compuesto por los campos {UID, idProducto}, cada vez que la tabla TAGS reciba una lectura enviada por el lector RFID, cuyo estado sea 'leído'.

```
CREATE TRIGGER tr_insert_par
AFTER INSERT TO ON TAGS
FOR EACH ROW
BEGIN
IF new.Estado ='leído' THEN
    INSERT INTO PAR_ENTRADA (Id_Producto, UID)
    VALUES (new.IdProducto, old.UID)
END IF;
END;
```

Trigger para actualizar stock

Se crea el trigger para que los valores de stock en la tabla CATEGORIAS estén actualizados.

```
CREATE TRIGGER tr_update_categorias AFTER INSERT ON PRODUCTOS
FOR EACH ROW
BEGIN
    UPDATE CATEGORIAS SET Count = Count + 1
    WHERE id_Categoria = NEW.id_Categoria;
END;
```


Para crear la base de datos y verificar que los resultados obtenidos son correctos o simplemente, para consultar la información de la base de datos se ha empleado el gestor de base de datos **Workbench**.

4.1.2.6 Integración de bloques

Con el módulo de expansión se obtiene el siguiente esquema sobre el que se implementará el sistema.

4.1.2.7 Lector RFID

Todo el conjunto placa Wasmote, junto con el módulo WIFI, el módulo RFID/NFC y el firmware lo denominaremos: Lector RFID (ver figura 53).

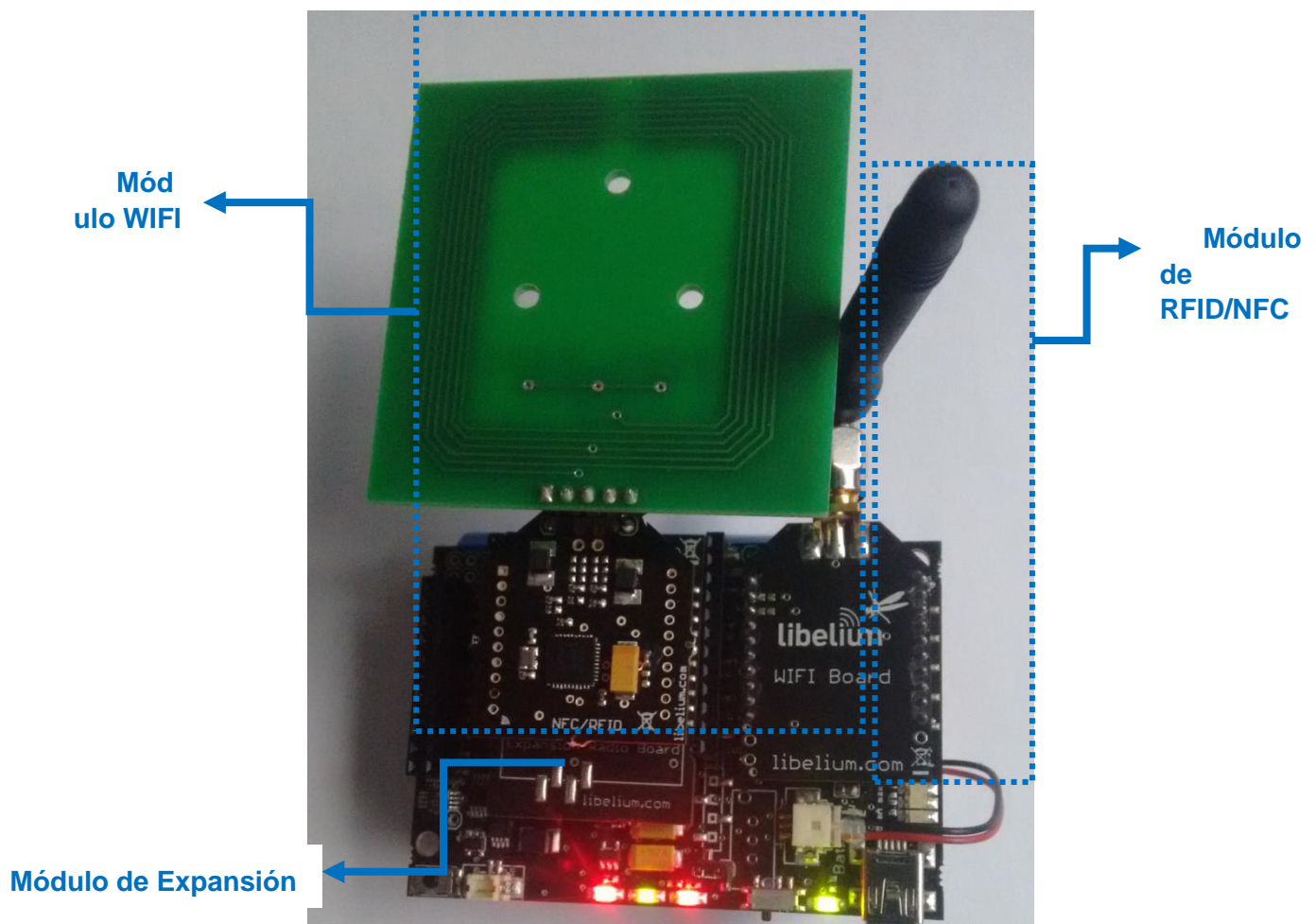


Figura 53. LectorRFID Wasmote

Mediante el uso de RFID/NFC (sensores pasivos) junto con el módulo WIFI se accederán en tiempo real a la información relacionada con el inventario.

La información proporcionada por las etiquetas pasivas es leída por el módulo RFID/NFC y será transmitida utilizando comunicación WiFi hasta un dispositivo WiFi Router que

reenviará los datos, que serán recibidos y almacenados en una base de datos instalada en un PC local.

4.1.2.8 Comunicaciones

Wasmote realiza una solicitud a un recurso externo, por lo tanto se conectará como cliente al servidor.

Wasmote como cliente

En la siguiente figura se muestran las comunicaciones existentes entre los elementos que componen todo el sistema.

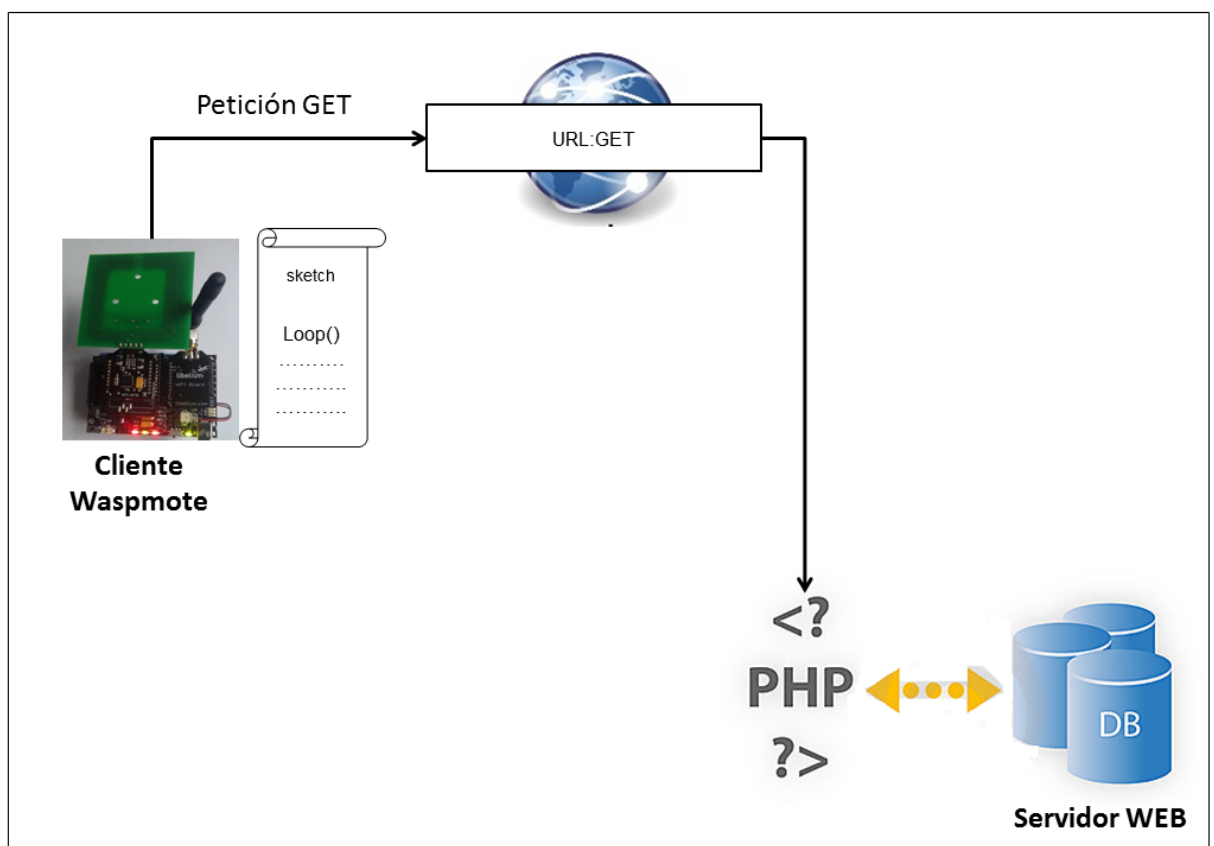


Figura 54. Comunicaciones sistema

Wasmote realiza una petición, en este caso envío datos al servidor. Desde Wasmote no se puede comunicar directamente con la base de datos (MySQL) usaremos un intermediario que si lo puede hacer, un script escrito en PHP.

El archivo con el script php encargado de procesar las llamadas GET desde la placa Wasmote está en el servidor web, así como la información para establecer conexión con la base de datos.

4.1.3 Funcionamiento de la aplicación

Para ingresar a la aplicación se introducirá en la barra de direcciones del navegador web la siguiente URL: <http://192.168.1.100/PHPPFC/login.php>, a continuación la página que se mostrará es la de inicio de sesión.

4.1.3.1 Procedimiento inicio de sesión

Se detallan los pasos a seguir para tener acceso a la aplicación

1. Ingresar usuario
2. Ingresar clave
3. Clic en botón Entrar

4.1.3.2 Procedimiento registrarse

Si el usuario no está dado de alta en el sistema el Administrador del Sistema procederá a dar de alta.

Se detallan los pasos a seguir para Registrarse en la aplicación

1. Ingresar usuario
2. Ingresar clave
3. Ingresar Código Waspmote.
4. Clic en botón "Validar".

4.1.3.3 Procedimiento ingreso aplicación

Una vez que el usuario autorizado ha entrado en el sistema se mostrará una pantalla con las opciones disponibles:

1. Movimientos productos RFID.
2. Mostrar productos
3. Salir

4.1.3.4 Procedimiento alta producto

Al trabajar con tags de sólo lectura, el único dato con el que contamos es el UID, número del tag, así que desde el sistema procederemos a completar los datos del producto para ingresarlo en inventario.

El proceso de asignación se realiza buscando el registro generado formado por UID del tag y el id de un producto, este registro lo llamaremos **par** y éste permitirá identificar únicamente a ese producto.

1. De forma predeterminada, la tabla superior muestra todos los pares generados en las lecturas de tags con el estado leído.
2. Hacer clic en la opción “Alta”
3. Se cargará el formulario de entrada, donde el usuario debe completar los datos referentes al producto con el tag leído. Haciendo clic el grid superior se debe actualizar su respectivo formulario de producto situado en la parte inferior.
4. En grid superior, seleccione el par a dar de alta en el inventario.
5. El usuario debe comprobar que los datos de un producto corresponden al tag respectivo.
6. Rellenar todos los campos del formulario de un producto.
7. Todos los campos son obligatorios.
8. Hacer clic en el botón “Insertar Registro”.

4.1.3.5 Procedimiento baja producto

La baja de un producto puede estar asociado a un defecto en el producto y que sea necesario darlo de baja. El concepto venta en el proyecto no está implementado.

1. Se mostrará los datos correspondientes a un tag en correspondencia a un producto, a estos datos los llamamos par.
2. Hacer clic en la opción “Baja”
3. Se introduce el tag a buscar
4. Hacer clic en el botón “Borrar registro”.

4.1.3.6 Procedimiento consultar producto

El total de inventario se muestra por categoría, en el campo stock tenemos el control de unidades que serán actualizadas automáticamente con las lecturas enviadas.

1. Se mostrará dos tablas, una tabla superior correspondiente al total de productos en el inventario, agrupados por categorías con su correspondiente número de unidades.
2. Si el usuario desea conocer el detalle por categoría procederá a seleccionar del menú desplegable la categoría a mostrar.
3. Se mostrará el resultado de la consulta en la tabla inferior de productos por categoría, mostrando los datos relevante del producto como su UID, idProducto, Descripción Fecha de movimiento y estado.

CAPITULO 5

5.1 EVALUACION DE LA SOLUCION

Para la evaluación del sistema, se implementan las siguientes pruebas usando como fuente los casos de usos que permiten la validación de los elementos desarrollados a través de la ejecución de la aplicación.

Por medio de los casos de prueba se especifican los valores de entrada para cada uno de los requisitos del sistema, se comprueban las condiciones, y los resultados esperados de un sistema

5.1.1 Casos de pruebas por Caso de uso

Se ha enumerado los casos de uso del sistema y a continuación su correspondiente caso de prueba. Si un caso de uso necesita más casos de prueba, por ejemplo una operación, un procedimiento o evento se ejecutará a través de otra prueba unitaria.

A continuación en las siguientes tablas se especifican los pasos a seguir para probar los casos de prueba adecuadamente.

5.1.1.1 CU-001: Lectura normal de tag

Propósito:	Probar que las lecturas de los UID (identificadores de tags) se ejecuten
Prerequisitos:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lector operativo. 2. Módulo RFID operativo 3. Tags dentro de alcance. 4. Socket 1 operativo
Datos de Prueba:	UID = {rfid.serNum[i]}
Condiciones de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inicializar puerto USB 2. Inicializar función Rfid 3. Verificar si hay una tarjeta 4. Leer UID del tag 5. Cierre de función Rfid.
Notas:	Se asume que el ciclo de lecturas es de 900 seg.

Tabla 27. Caso de prueba: Lectura normal de tags

En la figura 55, se adjunta una lectura exitosa de tags, usando el Monitor serial del IDE del Waspnote.

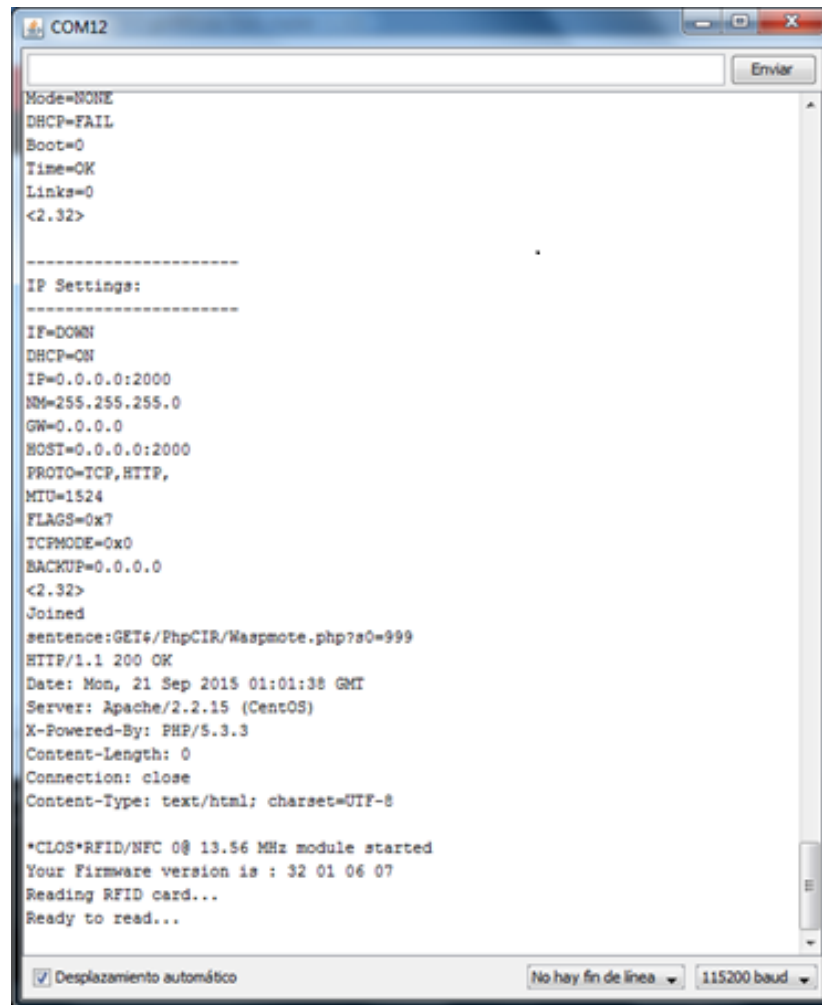
*Figura 55. Caso de prueba: Lectura normal de tags*

5.1.1.2 CU-002: Envío normal de tag

Propósito:	Probar que el envío de las lecturas de los UID (identificadores de tags) se ejecuten.
Prerequisitos:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lector operativo. 2. Módulo WiFi operativo 3. Conexión a la red exitosa. 4. Socket 0 operativo
Datos de Prueba:	UID = {rfid.serNum[i]} valor leído en el lector registroTag = {Id_Tag,UID,fecha, estado} registro en la base de datos
Condiciones de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inicializar puerto USB 2. Inicializar función Wifi 3. Establecer conexión a la red 4. Establecer conexión con el servidor web. 5. Envío de datos vía HTTP. 6. Inserción de lectura en base de datos, estado "leído"
Notas:	Se asume que el ciclo de lecturas es de 900 seg.

Tabla 28. Caso de prueba: Envío normal de tags

En la figura 56, se adjunta una lectura exitosa de tags, usando el Monitor Serial del IDE del Waspnote.



```
COM12
Mode=NONE
DHCP=FAIL
Boot=0
Time=OK
Links=0
<2.32>

-----
IP Settings:
-----
IF=DOWN
DHCP=ON
IP=0.0.0.0:2000
NM=255.255.255.0
GW=0.0.0.0
HOST=0.0.0.0:2000
PROTO=TCP,HTTP,
MTU=1524
FLAGS=0x7
TCFMODE=0x0
BACKUP=0.0.0.0
<2.32>
Joined
sentence:GET4/PhpCIR/Waspmote.php?s0=999
HTTP/1.1 200 OK
Date: Mon, 21 Sep 2015 01:01:38 GMT
Server: Apache/2.2.15 (CentOS)
X-Powered-By: PHP/5.3.3
Content-Length: 0
Connection: close
Content-Type: text/html; charset=UTF-8

*CLOS*RFID/NFC 0@ 13.56 MHz module started
Your Firmware version is : 32 01 06 07
Reading RFID card...
Ready to read...

☒ Desplazamiento automático
No hay fin de línea
115200 baud
```

Figura 56. Caso de prueba: Envío normal tags

La respuesta HTTP enviada por el servidor tras una solicitud hecha por Waspmote como cliente se lee en la línea “**HTTP1.1 200 Ok**”, esto nos indica que el servidor a contestado con éxito al envío.

5.1.1.3 CU-003: Inicio normal de sesión de usuario

Propósito:	Probar que los usuarios pueden iniciar sesión con el nombre de usuario correcto y su contraseña.
Prerequisitos:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario no ha iniciado sesión todavía. 2. El usuario "Admin" existe, y la contraseña es válida.
Datos de Prueba:	Nombre de usuario = {Admin} Password = {válida}
Condiciones de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dirección URL: http://192.168.1.100/phpafc/login.php 2. Teclear Nombre de usuario 3. Teclear Clave 4. Clic en Entrar 5. Verificar el mensaje de bienvenida si el inicio de sesión es correcto
Notas:	

Tabla 29. Caso de prueba: Inicio normal de sesión de usuario

En la figura 57 se observa el curso normal del caso de prueba.

The figure consists of two side-by-side screenshots of a web application interface. The left screenshot shows a login page titled 'Iniciar Sesión'. It has a 'Usuario:' label followed by a text input field containing 'Admin'. Below it is a 'Clave:' label followed by a password input field with five dots. An 'Entrar' button is positioned to the right of the password field. At the bottom, there is a link 'Registro Nuevo Usuario' and another link 'Registro'. The right screenshot shows a main menu page titled 'Menu principal'. It displays a welcome message 'Bienvenido, Admin!' in blue. Below the message are three links: 'Movimientos Inventario RFID', 'Mostrar Inventario', and 'Salir', all in blue.

Figura 57. Caso de prueba: Inicio normal de sesión

5.1.1.4 CU-003: Inicio fallido de sesión de usuario

Propósito:	Probar que los usuarios pueden iniciar sesión con el nombre de usuario correcto y su contraseña.
Prerequisitos:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario no ha iniciado sesión todavía. 2. El usuario "Admin" no existe o la contraseña es no es válida.
Datos de Prueba:	Nombre de usuario = {Admin} Password = {inválida, vacío}
Condiciones de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dirección URL: http://192.168.1.100/phpafc/login.php 2. Teclear Nombre de usuario 3. Teclear Clave 4. Clic en Entrar 5. Verificar el mensaje de error
Notas:	

Tabla 30. Caso de prueba: Inicio fallido de sesión de usuario

En figura 58 se observa la salida por pantalla del caso de prueba CU003, con datos de entrada no válidos.

The screenshot shows a web form for logging in. The title is "Iniciar Sesión". Below the title are two input fields: "Usuario:" and "Clave:". To the right of the "Clave:" field is a button labeled "Entrar". Below the "Entrar" button is a link that says "Registro Nuevo Usuario" followed by a blue underlined "Registro" link. At the bottom of the page, there is a red message box that reads "MESSAGE: Todos los campos son requeridos!".

Figura 58. Caso de prueba: Inicio fallido de sesión

5.1.1.5 CU-004: Registro normal de usuario

Propósito:	Probar el registro de un nuevo usuario correctamente.
Prerequisitos:	El usuario no ha iniciado sesión todavía.
Datos de Prueba:	Nombre Completo = {NuevoNombreCompleto} E-mail = {email@nospam.com} Usuario = {NuevoNombreUsuario} Clave personal = {clave}
Condiciones de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clic Registro, del formulario Inicio Sesión 2. Visualización de formulario Registrarse 3. Teclear NuevoNombreCompleto 4. Teclear email 5. Teclear NuevoNombreUsuario 6. Teclear clave 7. Clic en Validarse 8. Verificar el mensaje de alta correcto
Notas:	

Tabla 31. Caso de prueba: Registro normal de nuevo usuario

En figura 59 se observa la salida por pantalla del caso de prueba CU004, con datos de entrada válidos.

The figure displays two screenshots of a web application's registration form titled "Registrarse".

The left screenshot shows the form with the following data entered:

- Nombre Completo: Jenny Conde
- E-mail: acondey@gmail.com
- Usuario: acondey
- Clave personal: [masked with dots]

Below the password field is a "Validarse" button. At the bottom of the form, it says "Usuario registrado [Inicio Sesión](#)".

The right screenshot shows the same form after successful registration. A red message at the bottom states: "Mensaje: Cuenta Correctamente Creada".

Figura 59. Caso de prueba: Registro normal de usuario

5.1.1.6 CU-004: Registro fallido de usuario

Propósito:	Probar que el sistema valida el registro de un nuevo usuario
Prerequisitos:	El administrador "Admin" ha iniciado sesión.
Datos de Prueba:	Nombre de usuario Administrador = { Admin } Nombre Completo = { NuevoNombreUsuario } E-mail = {email@nospam.com} Usuario = {no válido, vacío} Clave personal = { no válido, vacío }
Condiciones de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clic Registro, del formulario Inicio Sesión 2. Visualización de formulario registrarse 3. Teclear nuevonombreusuario 4. Teclear email 5. Teclear usuario 6. Teclear clave 7. Clic en validarse 8. verificar el mensaje de error del sistema
Notas:	

Tabla 32. Caso de prueba: Registro fallido de nuevo usuario

En figura 60 se observa la salida por pantalla del caso de prueba CU004, con datos de entrada no válidos.

The figure displays two screenshots of a web application's registration page, titled "Registrarse".

The left screenshot shows the form with the following data entered:

- Nombre Completo: Jenny Conde
- E-mail: acondey@hotmail.com
- Usuario: acondey
- Clave personal: (empty)

At the bottom right of the form is a "Validarse" button. Below the form, it says "Usuario registrado [Inicio Sesión](#)".

The right screenshot shows the same form, but with an error message displayed at the bottom: "Mensaje: El nombre de usuario ya existe! Por favor, intenta con otro!". The "Validarse" button is still visible above the message.

Figura 60. Caso de prueba: Registro normal de usuario

5.1.1.7 CU-005: Creación automática de un par

Propósito:	Probar que el sistema genera automáticamente una sólo vez un registro en la tabla PAR_ENTRADA de la base de datos.
Prerequisitos:	Exista un registro en la tabla TAGS de un tag con el estado "leído"
Datos de Prueba:	RegistroTAGS = {Id_Tag, UID, fecha, estado}
Condiciones de ejecución:	Si existe estado= 'leído? Then INSERTAR registro en tabla PAR_ENTRADA RegistroPAR_ENTRADA= {Id_Producto, UID} Fin.
Notas:	Esta generación es un trigger en la base de datos.

Tabla 33. Caso de prueba: Creación automática de un par

5.1.1.8 CU-006: Registro normal de un producto

Propósito:	Probar que el administrador de inventario "AdminIn" asigne un tag leído a un producto del inventario e ingrese toda la información solicitada del producto.
Prerequisitos:	El administrador "AdminIn" ha iniciado sesión. Exista un registro en la tabla PAR_ENTRADA de un tag con su correspondiente idProducto.
Datos de Prueba:	Nombre de usuario = {AdminIn} RegistroPAR_ENTRADA = { UID, Id_Producto}
Condiciones de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clic Mostrar movimientos RFID 2. Visualización de formulario Movimientos Inventario RFID 3. Un par (Un Tag y un IdProducto) esté seleccionado para ser editado. 4. Seleccionar en Movimiento: "Entrada" 5. Seleccionar un nombre de categoría en Categorías 6. Teclear una descripción para el producto 7. Seleccionar una talla en Talla 8. Seleccionar un proveedor en Proveedor 9. Seleccionar un origen en Origen 10. Clic en Insertar Registro 11. Esperar mensaje de confirmación de ejecución de acción
Notas:	Todos los campos son obligatorios

Tabla 34. Caso de prueba: Registro normal de un producto

En figura 61 se observa la salida por pantalla del caso de prueba CU006, con datos de entrada válidos.

[Inicio](#)

Movimientos RFID Inventario

Operaciones disponibles: [Alta](#) [Baja](#) [Consultas](#)

Tags	Id Producto
AEDEEAEB	3

Movimiento: Categoría:

Descripción:

Talla: Proveedor: Origen:

Figura 61. Caso de prueba: Registro normal de un producto

5.1.1.9 CU-007: Actualización automática de inventario

Propósito:	Probar que el sistema actualiza automáticamente el stock de los productos del inventario.
Prerequisitos:	Existan registros en la tabla CATEGORIAS.
Datos de Prueba:	RegistroCATEGORIAS = {Id_Categoria, Descripcion, stock}
Condiciones de ejecución:	Contar filas tabla PRODUCTOS que pertenezcan a una categoría. Stock = filas tabla PRODUCTOS.
Notas:	Este procedimiento es un trigger declarado en la base de datos.

Tabla 35. Caso de prueba: Actualización automática de inventario

5.1.1.10 CU-008: Mostrar inventario por categorías

Propósito:	Probar que el sistema muestra el inventario total agrupado por categorías, indicando el stock de cada uno.
Prerequisitos:	1. El administrador "AdminIn" ha iniciado sesión. 2. Exista registros en la tabla CATEGORIAS.
Datos de Prueba:	Nombre de usuario = {AdminIn} RegistroCATEGORIAS = { Id_Categoria, Descripcion, stock }
Condiciones de ejecución:	1. Clic en el menú Mostrar Inventario 2. Verificar el total de productos inventario.
Notas:	

Tabla 36. Caso de prueba: Mostrar inventario por categorías

En figura 62 se observa la ejecución normal del caso de prueba.

[Inicio](#)

Consulta RFID Inventario

Operaciones disponibles: [Alta](#) [Baja](#) [Consultas](#)

Inventario por Categorías: 3

Id Categoría	Descripcion	Stock
1	Mujer	2
2	Hombre	1

Consulta por Categoría:

Productos por Categorías: Número productos

UID	Id Producto	Descripcion

Figura 62. Caso de prueba: Mostrar inventario por categorías

5.1.1.11 CU-008: Mostrar productos por categoría

Propósito:	Probar que el sistema muestra el detalle de los productos que conforman una categoría.
Prerequisitos:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador "AdminIn" ha iniciado sesión. 2. Exista registros en la tabla CATEGORIAS. 3. Exista registros en la tabla MOVIMIENTOS.
Datos de Prueba:	Nombre de usuario = {AdminIn} RegistroCATEGORIAS = { Id_Categoria, Descripcion, stock } RegistroMOVIMIENTOS= {UID, IdProducto, fecha, movimiento} RegistroPRODUCTOS = { Id_Producto, Descripcion,Categoría }
Condiciones de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 3. Clic en el menú Mostrar Inventario 4. Seleccionar nombre de categoría en Categorías 5. Clic en el botón Mostrar. 6. Verificar el total de productos por categoría.
Notas:	

Tabla 37. Caso de prueba: Mostrar productos por categorías

En figura 63 se observa la ejecución de una consulta.

[Inicio](#)

Consulta RFID Inventario

Operaciones disponibles: [Alta](#) [Baja](#) [Consultas](#)

Inventario por Categorías: 3

Id Categoria	Descripcion	Stock
1	Mujer	2
2	Hombre	1

Consulta por Categoría: Mujer Mostrar

Productos por Categorías: 2

UID	Id Producto	Descripcion
525D935D	1	Camiseta mujer
AEDEEAEB	3	Pantalón vaquero Mod001

Figura 63: Mostrar productos por categorías

CAPITULO 6

6.1 CONCLUSIONES

Para este proyecto se ha llevado un estudio de las tecnologías actuales y que tienen como fin aplicar un control remoto sobre objetos de cualquier índole.

La tecnología RFID se define como una tecnología de identificación y localización de objetos y que se apunta a madurar para grandes fines, prueba de ello es la implantación de sistemas basado en los estándares EPC/RFID.

La tecnología Wifi nos ofrece conectividad sin cables hacia servicios de internet como la nube (aplicaciones y almacenamiento), el reto ahora la velocidad. La evolución tecnológica del WiFi se le conoce con el nombre de WiGig, esta tecnología permite velocidades de transferencia de 7 Gbits/s.

Con el desarrollo de este proyecto fin de carrera se ha logrado juntar dos tecnologías y aplicarlas sobre un sistema que requiere datos en tiempo real.

El desarrollo del sistema ha involucrado el despliegue de la parte hardware formado por el lector; probando comunicaciones con los dispositivos que lo conforman, el módulo RFID y el módulo WiFi. El despliegue de la parte software ha consistido por un lado desarrollando el código de la aplicación en el lector Waspote y el desarrollo del Middleware RFID alojado en el servidor web, aplicando conocimientos de desarrollo de software en su fase de análisis, estudio, diseño e implementación. La integración total del sistema se ha realizado poniendo en funcionamiento los dos softwares: lector y servidor.

Los fundamentos teóricos para el desarrollo del proyecto se incluyen en los apartados del bloque de Estado del Arte, en el cual se resumen las bases teóricas de aquellos conceptos de mayor relevancia en el desarrollo del proyecto. Este apartado se ha entendido no como una bibliografía de fundamentos básicos, si no como un resumen del detalle de aquellos conceptos de mayor relevancia en la ejecución del proyecto.

El sistema de control de inventario desarrollado de este proyecto, cumple con las siguientes características:

Módulos Ampliables:

Este proyecto abarca la gestión de inventario. El proyecto es ampliable a desarrollar otros módulos como de Gestión de ventas, gestión de compras, gestión de clientes, siendo así un sistema de facturación completo. Además el carácter abierto del código de desarrollo permite una gestión personal según las necesidades del cliente.

Seguridad:

El sistema brinda seguridad ya que el acceso es logado vía web.

Sistema fiable:

Las lecturas de tags son confiables en un 99%.

Multiacceso y multiusuario: Al ser un sistema vía web, esto nos permite el acceso a la base de datos desde cualquier punto con conexión a internet. Además es multiusuario, por lo que más de un usuario puede realizar modificaciones al mismo tiempo. Y su acceso es mediante usuario y contraseña, siendo el administrador del proyecto quien tiene control total sobre las personas que acceden a él.

Interfaz sencilla y efectiva: Interfaz amigable y sencillo, con botones de acceso rápido

Aparte de las ventajas descritas, debemos describir ciertos inconvenientes:

Tipo de Tags:

Para el desarrollo del presente proyecto se ha considerado tags de sólo lectura que tienen solamente su Identificador UID y que no aportan ninguna otra información acerca del producto al que identifica. Esta situación obliga a completar la información del producto por parte del sistema de forma manual.

Solución:

Para la gestión de un inventario interesa que la etiqueta sea de lectura y escritura para poder grabar en ella en forma codificada los datos que consideremos necesarios. De esta forma se codifica la información del producto en la etiqueta y con los lectores se envía a la aplicación de inventario. Esta codificación se haría según los campos a incluir en la etiqueta y según el estándar EPC

Este estándar compuesto por números que identifican el fabricante, producto, versión y número de serie utiliza un conjunto adicional de dígitos para identificar artículos únicos y singulares. Así obtenemos a bajo costo el asociar a un número una cantidad de datos dinámicos de un determinado ítem o bien, con lo que conseguimos nuestro principal objetivo de identificar cada ítem o bien con un código de identificación único.

Seguridad:

El método GET lleva los datos de forma "visible" al cliente (navegador web). El medio de envío es la URL. Los datos los puede ver cualquiera.

Solución: Usar el método POST, de esta manera los datos no son visibles al usuario de la web.

La conexión y envío de datos está condicionada al acceso del lector RFID a la red para tener salida a internet.

7. GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

DNS: Domain Name System. Sistema de Nombres de Dominio. Método de identificación de una dirección de Internet.

URL: Uniform Resource Locator. Es una cadena de caracteres con la cual se asigna una dirección única a cada uno de los recursos de información disponibles en Internet. Existe un URL único para cada página de cada uno de los documentos de la www.

DHCP: "Dynamic Host Configuration Protocol." Protocolo Dinámico de Configuración del Host. Un servidor de red usa este protocolo para asignar de forma dinámica las direcciones IP a las diferentes computadoras de la red.

EPC: Electronic Product Code, es un número único diseñado para identificar de manera inequívoca cualquier objeto.

GS1: Es una organización privada dedicada a la elaboración y aplicación de servicios mundiales y soluciones para mejorar la eficiencia y visibilidad de las cadenas de abastecimiento.

PHP: Preprocessed Hypertext Pages

HF: High Frequency.

LF: Low Frequency.

UHF: Ultra High Frequency.

CSS: Documento de hoja de estilos en cascada

GTIN: Global Trade Item Number

SSCC: GS1 Serial Shipping Container Code

GLN: GS1 Global Location Number

GRAI: GS1 Global Returnable Asset Identifier

GIAI: GS1 Global Individual Asset Identifier

RFID: Radio Frequency Identification.

HTTP: Hypertext Transfer Protocol.

I/O: Input/Output

IT: Information Technology

PDA personal digital assistant

ERP Enterprise Resource Planning

NFC: Near Field Communication)

WAN: Wide Area Network

WAP: Wireless Application Protocol

Wi-Fi: Wireless Fidelity

WPAN: Wireless Personal Area Networks

WSN: Wireless Sensor Network

M2M: Machine to machine

8.REFERENCIAS

- [1] Arquitectura IoT
http://wwwen.zte.com.cn/endata/magazine/zte technologies/2010/no5/articles/201005/t20100510_184418.html
Accedido en Agosto 2015
- [2] Gateways en lot
<http://about.sofia2.com>
Accedido en Agosto 2015
- [3] *Tecnologías inalámbricas*
<http://www.libera.net/i-d-i/tecnologia>
Accedido en Agosto 2015
- [4] Tecnología Rfid
http://www.libera.net/uploads/documents/whitepaper_rfid.pdf
Consultado en Agosto 2015
- [5] Estándares GS1
<http://gs1ec.org/>
Accedido en Septiembre 2015
- [6] Estándares GS1
<http://www.aecoc.es>
Accedido en Septiembre 2015
- [7] Estándares GS1
<http://www.gs1.org/contact>
Accedido en Septiembre 2015
- [8] Arquitectura Framework EPC/RFID GS1
http://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/architecture_1_6-framework-20140414.pdf
Consultado en Septiembre 2015
- [9] Middleware RFID
<http://www.tagingenieros.com/>
Accedido en Agosto 2015
- [10] Tags MIFARE
<http://www.puntoflotante.net/tarjetas-tags-rfid-mifare-mfrc522.htm>
Accedido en Agosto 2015
- [11] Documentación Waspote
http://www.libelium.com/downloads/documentation/Waspote_technical_guide.pdf
Consultado en julio 2015
- [12] Documentación Waspote WiFi

- http://www.libelium.com/downloads/documentation/WiFi_networking_guide.pdf
Consultado en julio 2015
- [13] Documentación Waspote RFID
http://www.libelium.com/downloads/documentation/rfid_1356-networking_guide.pdf
Consultado en julio 2015
- [14] Desarrollo arduino
<https://blogazoelectronico.wordpress.com/2014/08/24/arduino-remoto-via-ethernet>
Accedido en septiembre 2015
- [15] Materiales
<https://www.cooking-hacks.com/shop/Waspote>
Accedido en septiembre 2015
- [16] Programación arduino
<http://haciendoweb.com/>
Accedido en Agosto 2015
- [17] EPC
http://es.wikipedia.org/wiki/Código_electrónico_de_producto
Accedido en Agosto 2015
- [18] Disparadores
<http://www.ajpdsoft.com/modules.php?name=News&file=article&sid=522#trigger>
Accedido en Agosto 2015

9. ANEXOS

9.1 ANEXO I: PRESUPUESTO ECONÓMICO

A continuación se muestra los medios materiales y personales que han intervenido en el desarrollo del sistema, se incluye el coste del equipamiento entregado, así como los costes totales de personal para el despliegue del sistema.

9.1.1 Materiales

Se detalla los costes del equipamiento entregado por la Universidad:

Material	Gráfico	Unid.	Coste	Total
Placa Waspote		1	98 €	98 €
RFID 13.56 MHz módulo para Waspote		1	50 €	50 €
WiFi 2 dBi módulo para Waspote		1	60 €	60 €
Batería recargable 6600mA/		1	30 €	30
Tag Mifare		2	1 €	2 €
Tag Key		1	1 €	1 €
Tarjeta Micro SD 2Gb		1	6	6 €
TOTAL MATERIALES				241 €

Tabla 38. Presupuesto económico: Costes equipamiento

9.1.2 Personal

A continuación se define, en la siguiente tabla los costes totales que ha tenido el personal a dedicación completa para la implantación del sistema:

Nº Perfiles	Tarea	Duración (jornadas)	Esfuerzo (h/jornadas)	Total Hrs..
Diseño de objetos				
1	Perfil Ingeniero	10	8	80
Diseño de interfaz de usuario				
1	Perfil Ingeniero	5	8	40
Diseño de base de datos				
2	Perfil Ingeniero	3	8	24
Programación bloque RFID				
3	Perfil Ingeniero	10	8	80
Programación Middleware				
4	Perfil Ingeniero	15	8	120
Integración de bloques				
5	Perfil Ingeniero	2	8	16
Pruebas de Funcionamiento				
6	Perfil Ingeniero	3	8	24
Puesta en Marcha				
7	Perfil Ingeniero	1	8	8
Documentación				
1	Perfil Ingeniero	1	8	8
TOTAL HORAS:				400 hrs.

Tabla 39. Presupuesto económico: Costes personal

Para el coste del personal se toma como referencia el sueldo mensual bruto del perfil involucrado, acorde con el mercado actual.

Perfil	Sueldo bruto €/año	Sueldo bruto €/mes
Perfil Ingeniero	24.00 €/año	2.000 €/mes

400 horas de desarrollo corresponde a 1.66 mes

Coste personal= 1.66 mes * 2.000 €/mes = **3.333 €**

9.1.3 Coste del proyecto

Total Coste Materiales	241 €
Total Coste Personal	3.333 €
TOTAL COSTE PROYECTO	3.574 €

En presupuesto total del Proyecto asciende a TRES MIL QUINIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS.

Fdo:

JENNY CONDE YANCHA.

Ingeniera Técnica en Informática de Gestión

